
NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06636652 1



U. MOHR

IE WASSERFÖRDERUNG

UMFASSEND

UNNENANLAGEN, KLEINERE WASSERLEITUNGEN
PUMPEN UND SPRITZEN

HERAUSGEGEBEN

VON

P. ROCH
OBERKUNSTMEISTER UND PROFESSOR
AN DER KÖNIGL. BERGAKADEMIE IN FREIBERG I. S.

SIEBENTE VOLLSTÄNDIG NEUBEARBEITETE AUFLAGE

MIT 495 TEXTABBILDUNGEN



LEIPZIG 1907
VERLAG VON BERNH. FRIEDR. VOIGT

Vorwort zur sechsten Auflage.

Die ersten Auflagen dieses seit langen Jahren bekannten Buches dienten vorherrschend dem Bedürfnis des Pumpen- und Spritzenbaues; die späteren nahmen unter dem Titel:

Der Brunnen-, Röhren-, Pumpen- und Spritzenmeister auch die Anlegung von Brunnen und Herstellung von Röhrenleitungen in Betracht.

Für die vorliegende sechste Auflage mussten die in den letzten Jahren immer häufiger zur Anwendung kommenden Wasserleitungseinrichtungen ebenfalls berücksichtigt werden, um diese neue Auflage zeitgemäß und zweckentsprechend zu machen.

Der Herr Verleger wünschte außerdem, dass aus drei anderen, inzwischen vergriffenen Büchern seines Verlages:

Dumas, Brunnen-Ingenieur,
Hartmann, Anlage artesischer Brunnen,
Stegmann, die Wasserleitungen für das Haus,

das noch brauchbare in diese neue Auflage übergeführt werden sollte und dieselbe erscheint nun unter dem Gesamttitel:

Die Wasserförderung,

denn Brunnen, Pumpen, Röhren, Spritzen und Wasserleitungseinrichtungen dienen der Wasserförderung für unser tägliches Bedürfnis.

Das genaue Verzeichnis gibt den vielseitigen und wissenswerten Inhalt des Buches an, für welches der Verfasser sorgfältig die einschlägige Literatur berücksichtigte, wie er auch Beiträge aus der Praxis, welche ihm bereitwillig geliefert wurden, aufnehmen konnte.

Diese neue Auflage, welche den jetzt zur Wasserförderung benutzten Maschinen und Apparaten entsprechend bearbeitet ist, dürfte daher nicht bloß zum Selbstunterricht geeignet sein, sondern auch als ein Ratgeber dienen können bei der praktischen Ausführung wie bei Anschaffung, Betriebsführung und Reparatur ganzer Einrichtungen oder einzelner Teile.

Der Verfasser.

Vorwort zur siebenten Auflage.

Der Aufforderung des Herrn Verlegers, die siebente Auflage des vorliegenden Werkes zu bearbeiten, kam ich gern nach, da ich das Buch früher als brauchbar erkannt und liebgewonnen habe und weil ich die Hoffnung hege, dass es sich auch in seiner neuen Gestalt Freunde erwerben werde. Den Titel habe ich beibehalten, wenn er auch nicht ganz zutreffend ist; das Buch ist aber seiner Zeit unter demselben bekannt geworden. Auch die Einteilung des Stoffes ist im großen und ganzen die frühere geblieben. Ich habe versucht, das Buch auf einen der Jetztzeit entsprechenden Standpunkt zu bringen und hoffe, dass mir das wenigstens einigermaßen gelungen ist. Die Betrachtung einiger älterer Einrichtungen usw. habe ich beibehalten, weil sie mir lehrreich zu sein schien; ich möchte wünschen, dass ich damit das Rechte getroffen habe. Das Buch will mit den größeren und umfangreicheren Werken des gleichen Gebietes keineswegs in Wettbewerb treten, sondern nur eine gedrängte Übersicht des sehr umfangreichen Stoffes geben und sich dabei auf einfachere Verhältnisse beschränken; für Verbesserungsvorschläge würde ich daher den geehrten Fachgenossen sehr dankbar sein. Die benutzte Literatur ist an den betreffenden Stellen des Buches angegeben worden, doch will ich hier noch bemerken, dass ich auch Luegers Lexikon der gesamten Technik und den 3. Band des Handbuches der Ingenieurwissenschaften einige Male zu Rate gezogen habe.

Den geehrten Herren und Firmen, die mir die Benutzung ihrer Kataloge usw. in so liebenswürdiger Weise gestatteten, spreche ich auch an dieser Stelle nochmals meinen besten Dank aus, desgleichen dem Herrn Verleger für die gute Austattung des Buches.

Freiberg i. S., im Juli 1907.

Roch.

Inhaltsverzeichnis.

Erste Abteilung.

Das Wasser der Atmosphäre und der Erde.

Zweite Abteilung.

Die Gewinnung, Aufspeicherung und Verteilung des Wassers.

Dritte Abteilung.

Röhren und Wasserleitungen.

Vierte Abteilung.

Wasserschöpfmaschinen, Pumpen und Feuerspritzen.

Anhang.

Tabellen:

Fehlerverbesserung.

Seite 91 1. Zeile von unten statt »auf-« lies »ab-«.
Seite 92 8. Zeile von unten statt »angesaugt« lies »angestürzt«.
Seite 93 18. Zeile von unten statt »Inke« lies »Intze«
Seite 216 Abb. 326 (Ringventil von Thometzek) steht auf dem Kopfe.

Erste Abteilung.

Das Wasser der Atmosphäre und der Erde.

Die atmosphärische Luft.

Die atmosphärische Luft, welche unsere Erde umgibt, besteht in der Hauptsache aus Sauerstoff und Stickstoff und zwar dem Raume nach aus etwa 21 Teilen Sauerstoff und 79 Teilen Stickstoff, dagegen dem Gewichte nach aus ungefähr 23 Teilen Sauerstoff und 77 Teilen Stickstoff. Die Luft enthält ferner auf 10000 Raumteile im Mittel 4 Raumteile Kohlensäure (Kohlendioxyd), die von mannigfachen auf der Erde vor sich gehenden chemischen Umsetzungen herrühren, sowie in mehr oder minder großen, von Temperaturänderungen abhängigen, aber nie mehr als 4 Proz. betragenden Mengen Wasserdampf, die als Luftfeuchtigkeit von großer Wichtigkeit sind.

Ausserdem findet sich in der Luft noch eine Reihe erst in neuerer Zeit entdeckter gasförmiger Grundstoffe wie Argon, Krypton, Xenon usw. Die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft ist, abgesehen von zufälligen Beimengungen, immer und überall dieselbe.

Die Luft ist ein Körper und als solcher schwer; sie kann daher Druck ausüben. Sie ist elastisch und kann daher zusammengedrückt werden, wobei sie dem Zusammendrücken einen Widerstand entgegensetzt, der dem angewendeten Drucke entspricht. Sie sucht auch, wenn der Druck nachlässt oder aufhört, einen größeren Raum als den von ihr vorher eingenommenen einzunehmen.

Der Luftdruck lässt sich in folgender Weise veranschaulichen. Man nehme eine Glasröhre von etwa 1 m Länge, welche an einem Ende zugeschmolzen ist und fülle sie mit Quecksilber, welches zuvor, um alle Luft daraus zu entfernen, ausgekocht worden ist. Hierauf verschließe man das offene Ende mit dem Finger, kehre die Röhre um und stelle sie in ein Gefäß mit Quecksilber. Man bemerkt alsdann, dass das Quecksilber in der Röhre bis zu einem gewissen Punkte sinkt, der ungefähr 76 cm über dem Quecksilberspiegel im Gefäße hoch liegt und in dieser Höhe stehen bleibt; es findet also Gleichgewicht zwischen der inneren Quecksilbersäule und der äußeren atmosphärischen Luft statt. Da Wasser 13,59 mal leichter ist als Quecksilber, so wird eine Wassersäule, welche dem atmosphärischen Drucke das Gleichgewicht halten soll,

13,59 mal so hoch als die Quecksilbersäule sein müssen und demnach eine Höhe von 13,59 × 0,76 = 10,33 m haben. Der Druck, den eine Wassersäule von 10,33 m Höhe und 1 qm Querschnitt, welche somit einen Inhalt von 10,33 cbm hat, auf ihre Grundfläche ausübt, ist daher, da 1 cbm Wasser 1000 kg wiegt, 10,33 × 1000 = 10 330 kg. Auf 1 qcm Fläche drückt sonach die atmosphärische Luft mit 1,033 kg. Diesen Druck nennt man den Atmosphärendruck oder kurz eine Atmosphäre. In der Technik versteht man unter einer Atmosphäre (atm) übrigens jetzt fast allgemein den Druck von 1 kg auf 1 qcm.

Die Höhe der dem Atmosphärendrucke entsprechenden Quecksilbersäule nennt man den Barometerstand. Ein solcher von 76 cm gilt als normaler oder mittlerer Stand für alle Örtlichkeiten, die mit der Meeresoberfläche in gleicher Höhe liegen.

Die atmosphärische Luft oder die Atmosphäre würde im Gleichgewichte und in Ruhe sein, wenn überall in gleicher Meereshöhe derselbe Barometerstand herrschte. Durch die Wirkung der Sonnenstrahlen und durch die von der Erd- und Meeresoberfläche zurückgestrahlte Wärme aber, also durch die ungleiche Erwärmung der Atmosphäre an verschiedenen Punkten der Erdoberfläche wird dies Gleichgewicht jedoch gestört. Es werden einzelne erwärmte Luftschichten aufsteigen und andere, kältere in ihre Stelle treten, so dass mehr oder weniger heftige Strömungen entstehen; diese Strömungen nennt man Winde. Dieselben haben großen Einfluss auf die verschiedenen Zustandsänderungen, welche die atmosphärische Luft erfährt; durch ihre Temperatur, ihre Richtung und ihre Geschwindigkeit machen sie die Luft bald warm oder kalt, bald trocken oder feucht.

Die atmosphärischen Niederschläge.

Das Meer sowohl als in geringerem Maße auch die Wasserläufe und Wasserbecken auf dem festen Lande erzeugen unter dem Einflusse der Sonnenwärme Wasserdampf, der in die atmosphärische Luft aufsteigt. Die Aufnahmefähigkeit der letzteren für Wasserdampf wächst mit ihrer Temperatur und jeder Temperatur entspricht eine bestimmte Feuchtigkeitsmenge, welche in der Luft höchstens enthalten sein kann. Die Luft ist dann gesättigt; die Temperatur, bei welcher diese Sättigung eintritt, wird Taupunkt genannt. Das Meer ist der große Sammelbehälter für alle Bäche, Flüsse und Ströme. Aus seinem unreinen Wasser steigt das reinste Wasser in Dampfform empor; alle Verunreinigungen, die die fließenden Gewässer dem Meere zugeführt haben, bleiben in demselben zurück. Der aufsteigende Wasserdampf wird von der Luft aufgenommen und von dem Winde fortgeführt und kommt in der Gestalt der verschiedenen Niederschläge, als Tau, Nebel, Regen, Schnee, Reif oder Hagel auf den Erdboden zurück, um den Kreislauf von neuem zu beginnen.

Der Tau ist der Niederschlag des in der wärmeren feuchten Luft enthaltenen Wasserdampfes an der kälteren Erdoberfläche, an den darauf befindlichen Gewässern und an anderen Gegenständen. Gefrorner Tau ist Reif.

Nebel entsteht, wenn ein kalter Luftstrom in eine mit Feuchtigkeit gesättigte Luftmasse eindringt oder wenn eine feuchte Luftschicht in ihrer ganzen Masse abgekühlt wird. Sind Wasser und Erde während des Tages durch die

Sonnenstrahlen erwärmt worden, so werden sie sich nach Sonnenuntergang, wenn die Wärmequelle versiegt ist, abzukühlen beginnen. Diese Abkühlung geht bei der Erde schneller vor sich als bei dem Wasser und es werden sich daher über dem Wasser und über dem Lande ganz verschiedene Zustände der Luft bilden. Die Luft über dem Wasser wird feuchter und wärmer sein als die über dem Lande, denn sie ist mit dem die Wärme längere Zeit zurückhaltenden Wasser in Berührung. Kommt nun ein Wind und mischt beide Luftmassen miteinander, so wird die wärmere, feuchtere Luft abgekühlt und die Folge davon ist ein Niederschlagen des Dampfes, was in freier Luft nie anders als in Form von Nebelbläschen geschehen kann. Der entstandene Nebel kann in seiner ganzen Masse von einem aufsteigenden Luftstrome emporgehoben werden und bildet dann, wenn er von der Erde weg ist, eine Wolke. Er kann sich aber auch gleich auf dem Boden, auf dem er ruht, verdichten; er verschwindet und gelangt gar nicht in die oberen Luftschichten. Wolken können also emporgestiegene Nebel sein, brauchen es aber nicht zu sein; häufiger bilden sie sich aus den Wasserdämpfen, welche in den höheren Luftschichten schweben und sich unter der Einwirkung verschiedener Strömungen vereinigen können. Die verschiedenartige Färbung der Wolken hängt von ihrer Dichtigkeit ab, da die Wasserbläschen, aus denen die Wolken bestehen, das Licht sehr verschieden brechen und zerlegen.

Regen ist der Niederschlag der in den Wolken und in der Luftschicht zwischen den Wolken und der Erde sich befindenden Feuchtigkeit und die Folge einer durch einen aufsteigenden Luftstrom hervorgerufenen Abkühlung der Luft.

Der Regen befruchtet die Erde und führt durch die in den dazu geeigneten obersten Erdschichten sich bildende Feuchtigkeit den Pflanzen die zu ihrem Wachsen und Gedeihen erforderlichen Nährstoffe in ihnen zusagender Gestalt zu. Diese gewöhnliche Erdfeuchtigkeit dringt selten mehr als etwa 50 cm, und selbst in den trockensten Sandboden nicht tiefer als 60 cm ein.

Zur Erscheinung des Regens ist eine bedeutende Menge Feuchtigkeit in der Luft nötig und eine Abkühlung derselben bis unter den Taupunkt. Diese kann auf zweierlei Weise hervorgebracht werden; entweder unmittelbar durch einen Strom kälteren Windes, oder mittelbar durch die Vereinigung und Mischung zweier verschieden mit Feuchtigkeit beladener Luftmassen von verschiedener Temperatur. Hierdurch entsteht eine mittlere Feuchtigkeitsbelastung bei einer mittleren Temperatur, welche zu niedrig ist, um die Wasserbläschen in der Luft schwebend zu erhalten.

Die Regen, welche einzig und allein vom Überschusse der Sättigung herrühren, sind gewöhnlich fein und leicht, sie bilden gewissermaßen eine Art feuchten Staubes, welcher durch die Atmosphäre gesiebt wird. Sie fallen ganz senkrecht herab, oder in einer Richtung, die nur wenig von der Senkrechten abweicht, weil unter den Wolken, aus welchen dieser dünne Regen fällt, die Atmosphäre in keiner Art von Aufregung sich befindet. Derartige Regen kommen aus keinen großen Höhen. Gewöhnlich bilden sie sogenannte Land-

regen, d. h. sie schlagen sich in einer großen Ausbreitung nieder. Ihr Kennzeichen besteht darin, dass sie nichts Heftiges und Ungestümes haben, dass sie ziemlich gleichmäßig fortdauern und, wenn sie einmal angefangen haben, eine lange Zeit anhalten. Diesen einförmigen Regenfall bemerkt man während der jährlichen Regenzeit.

Die Gewitterregen kommen dagegen gewöhnlich aus beträchtlicheren Höhen. Sie schlagen sich in sehr breiten und dicken Tropfen nieder, die mit Geschwindigkeit in einer Richtung fallen, die immer schräg aber sehr veränderlich ist, weil die Atmosphäre meist durch stürmische Winde, welche in verschiedenen Richtungen wehen, sehr aufgeregt ist. Diese Regen besitzen keine so große Verbreitung wie die Landregen, sondern schlagen sich auf einem mehr oder weniger schmalen Streifen der Erde nieder. Anfangs fallen dicke Tropfen hellen Wassers ziemlich einzeln nieder; diesen folgen bald andere Tropfen so dicht nebeneinander, dass sie in Massen sich zu ergießen scheinen. Die Dauer solcher Niederschläge ist kurz, aber sie fallen so reichlich, dass sie in kurzer Zeit die Täler und die Betten der Ströme anfüllen, die Flüsse über ihre Ufer treten lassen und häufig traurige Überschwemmungen veranlassen können.

Von Einfluss auf die Regenmenge sind nicht bloß Winde, sondern auch die verschiedenen Gestaltungen der Erdoberfläche, besonders Gebirgsketten und bewaldete Berge. Die letzteren halten die herabgefallenen Regenmassen außerdem besser zurück, als kahle abgeholzte Berge, was sich durch die periodischen Überschwemmungen ganzer Landstriche mit waldarmen Bergen bemerkbar macht.

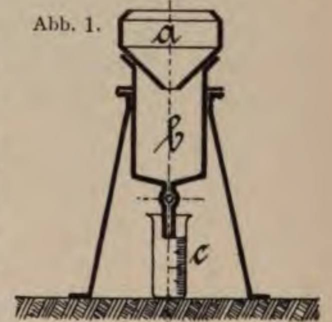
Der Regen bildet sich, indem sich einige der in den Wolken schwebenden Wasserbläschen aus irgend einer Ursache zu kleinen Tröpfchen vereinigen, die dann, da sie nicht mehr leicht genug sind, um sich schwebend zu erhalten, herabsinken. Hierbei setzen sich immer mehr Dünste aus der Umgebung an sie an, so dass unter Umständen aus den kleinen Tröpfchen große fallende Tropfen werden können. Ganz ähnlich bildet sich der Hagel, der eigentlich nichts weiter ist als gefrorner Regen. Einige Schneeflöckchen ballen sich bei seiner Entstehung in hohen, kalten und mit Wasserdampf gesättigten Luftschichten zusammen und vergrößern sich beim Herabfallen durch weiter an sie herantretende und zu Eis erstarrende Dünste zu Körnern, welche schließlich die Größe von Hühnereiern erreichen können. Bei der Hagelbildung ist in vielen Fällen die Elektrizität der Atmosphäre tätig und verhältnismäßig selten findet Hagelwetter ohne Gewittererscheinung statt. Graupeln sind runde, etwa erbsengroße Körner aus festem Schnee, die sich von den Hagelkörnern dadurch unterscheiden, dass sie nicht von einer Eiskruste umgeben sind.

Schnee entsteht bei einer mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre, wenn durch einströmenden kalten Wind die Temperatur der Luftschicht sich auf etwa 5° unter Null erniedrigt. Bei 1° unter oder über Null fallen große Flocken und selten schneit es bei mehr als 15° Kälte.

Die Niederschlagsmengen werden gewöhnlich durch die **Regenhöh** ausgedrückt, d. h. durch die Angabe der Höhe, welche das Wasser eines N schlags, Regen, Schnee usw. auf einer wagrechten Fläche einneh

wenn es weder abfließen noch verdunsten oder versickern könnte. Diese Höhe wird mit Hilfe von sogenannten **Regenmessern** bestimmt, wobei man sich sämtliche Niederschläge in Wasser (Regen) verwandelt denkt. Eine solche Vorrichtung einfachster Art zeigt Abb. 1. Der Regenmesser besteht aus einem trichterförmigen Auffanggefäße a mit einer weiten Öffnung von bestimmtem Flächeninhalte und einem darunter stehenden Sammelgefäße b, dessen jeweiliger Inhalt mit Hilfe eines Messgefäßes c bestimmt werden kann. Das Auffanggefäß erhält manchmal einen nach innen gebogenen Rand, damit die aufgefangenen Niederschläge durch den Wind nicht herausgeblasen werden können. Die Messgefäße bestehen aus Glas und sind mit Teilstrichen versehen und meist so eingerichtet, dass man unmittelbar ablesen kann, wie viele mm Wasser auf eine 1 qm große Fläche bei einem Niederschlage während der Dauer der Beobachtungszeit gefallen sind.

Abb. 1.



Ein Regenmesser soll nicht zu hoch über dem Erdboden stehen, auch muss er vor dem Winde möglichst geschützt sein, jedoch darf er nicht zu nahe an Mauern und andere hohe Gegenstände gestellt werden.

Der Schnee muss, wie der Hagel usw. zur Messung der Niederschlagshöhe geschmolzen werden; im Mittel ist eine Schneehöhe von 12 mm einer Wasserhöhe von 1 mm gleichwertig. Die jährliche Regenhöhe in Deutschland beträgt im Mittel 660 mm.

Tagewasser, Grundwasser, Quellen.

Das auf und unter der Erdoberfläche vorkommende Wasser rührt zumeist von den atmosphärischen Niederschlägen her, die im vorhergehenden Abschnitte besprochen wurden. Ein Teil des Niederschlagswassers verdunstet und kehrt als Wasserdampf unmittelbar in die Atmosphäre zurück, ein anderer Teil versickert, d. h. dringt in die Poren, Spalten, Klüfte und sonstigen Öffnungen der Erdoberfläche ein und ein dritter Teil kommt über Tage sofort zum Abflusse. Nach **Hagen** kann man annehmen, dass diese drei Teile gleich groß sind, dass also $^1/_3$ verdunstet, $^1/_3$ versickert und $^1/_3$ abfließt. Diese einfache Regel darf jedoch nur als ein ungefährer Anhalt benutzt werden, da sich das Verhältnis der drei Teile zu einander je nach der Bodenbeschaffenheit und dem Kulturzustande der Oberfläche, nach der Höhenlage des Beobachtungsgebietes, der Menge der in der Zeiteinheit fallenden Niederschläge, der jeweilig herrschenden Temperatur und verschiedenen anderen Umständen stark ändert, so dass man in Fällen, in denen die genauere Kenntnis dieser Verhältnisse nötig ist, Beobachtungen verschiedenster und teilweise recht schwieriger und unsicherer Art anstellen muss, auf die hier, dem Zwecke des Buches entsprechend, nicht näher eingegangen werden kann.

Das Wasser, welches auf der Erdoberfläche abläuft, nennt man **Oberflächen-** oder **Tagewasser**, das was in den Erdboden eindringt aber **Grund-** [illegible]**sser**, soweit es nicht von der Erde selbst für den Pflanzenwuchs usw. ver- [illegible] Grundwasser sinkt, wie schon bemerkt wurde, in die Tiefen

der Erdrinde durch Spalten, Klüfte usw. ein, bis es auf undurchlässige Schichten kommt, wo es sich entweder in natürlichen unterirdischen Behältern, sogenannten Grundwasserbecken ansammelt oder als Grundwasserstrom weiter bewegt bis es unter der Tagewasserfläche in offene Gewässer, Bäche, Flüsse, Landseen, Meere gelangt oder an geeigneten Stellen der Erdoberfläche in der Gestalt von Quellen wieder an das Tageslicht kommt. Auch Wasser, welches nicht als Niederschlag auf die Erdoberfläche gelangt ist, sondern sich aus dem unsichtbar in der Luft enthaltenen Wasserdampf an kühleren Bodenschichten, in die es mit der atmosphärischen Luft eingedrungen ist, niedergeschlagen (kondensiert) hat, trägt zur Bildung von Grundwasser bei.

Eine Quelle (Born, Brunnen, Springe) entsteht da, wo ein Grundwasserspiegel die Erdoberfläche schneidet, so dass das Wasser frei zu Tage treten kann. Trifft das sich in den durchlässigen Schichten befindende Grundwasser auf eine schräg einfallende undurchlässige Erdschicht, so wird es auf derselben sich nach abwärts bewegen und da, wo diese Schicht an die Oberfläche

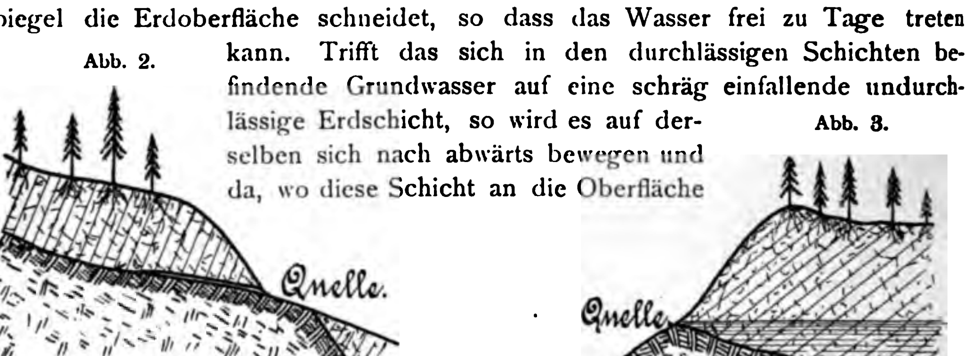


Abb. 2. Abb. 3.

tritt, eine Schicht-, Erd- oder Rasenquelle (Abb. 2) bilden. Hat die wasserundurchlässige Unterlage die Gestalt einer Mulde oder Schüssel, so wird das sich in dieser ansammelnde Grundwasser an den niedrigsten Stellen des Muldenrandes überfließen und eine Überfallquelle (Abb. 3) bilden. Enthält das wasserführende Gebirge, welches über einem solchen Grundwasserbecken lagert, Schluchten und Täler, die bis unter den Grundwasserspiegel oder den Rand des Beckens hinabreichen, so wird das Wasser durch sie abgezapft und tritt in

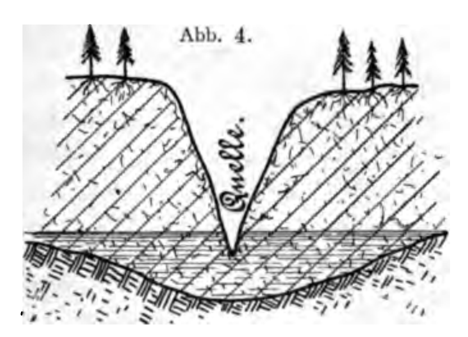


Abb. 4.

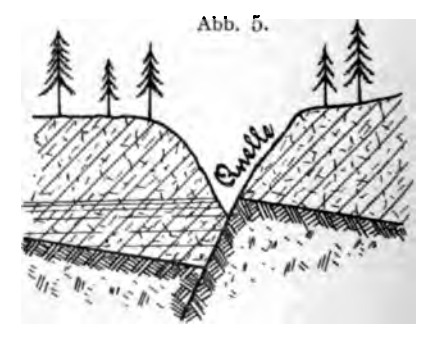


Abb. 5.

Gestalt einer Zapf- oder Talquelle (Abb. 4) zu Tage. Die erstgenannten beiden Wasseraustrittsarten nennt man absteigende Quellen, während die letzterwähnte eine aufsteigende Quelle ist. Eine aufsteigende Quelle kann sich auch bilden, wenn das Grundwasser im durchlässigen Gebirge durch den natürlichen, den sogenannten hydrostatischen Druck gezwungen wird, bei einer

Verwerfung in einer Spalte an dem wasserundurchlässigen Gesteine aufzusteigen um zu Tage zu treten (Abb. 5). Eine derartige Quelle heißt *Spalt-*, *Kluft-* oder *Verwerfungsquelle*.

Die Ergiebigkeit der meisten Quellen ist, da dieselbe wesentlich von den atmosphärischen Niederschlägen abhängt, zu verschiedenen Zeiten verschieden; ja, es gibt Quellen, die zeitweise ganz versiegen. Einen fast regelmäßig verlaufenden Wechsel zwischen Wasserlieferung und Wassermangel kann man bei den sogenannten *aussetzenden* oder *intermittierenden Quellen* (Abb. 6) beobachten. Das eigentümliche Verhalten derselben lässt sich für manche Fälle in folgender Weise erklären. Steht das Wasser in der Höhlung a, der es durch irgend welche Spalten und Klüfte zugeführt wird, über dem höchsten Punkte b des einen Heber bildenden Abflusskanales, so wird Wasser durch den letzteren abfließen. Sinkt der Wasserspiegel aber unter diesen Punkt, so wird der Abfluss unterbrochen und so lange unterbrochen bleiben bis das Wasser in der Höhlung wieder die Höhe von b erreicht hat. In vielen Fällen jedoch trifft eine derartige Erklärung nicht zu; es kann hier indessen nicht näher auf diese Erscheinungen eingegangen werden.

Abb. 6.

Zapft man durch Erdbohrungen tief unter Tage befindliche wasserführende Schichten an, die ihr Wasser von der Erdoberfläche oder aus über ihnen gelegenen, unterirdischen Becken, Höhlungen und dergl. erhalten, so entstehen *artesische Brunnen* (Abb. 7), wenn die angebohrte Schicht sich zwischen undurchlässigen Ablagerungen befindet und keine natürlichen Abflüsse hat. Das Wasser steigt dann in dem Bohrloche unter dem Drucke einer Wassersäule empor, die dem senkrechten Abstande zwischen der Eintrittsstelle des Grundwassers in die angebohrte Schicht und der Mündung des Bohrloches entspricht und kann unter Umständen wie ein Springbrunnen sich über den Erdboden erheben. Auch die Leistungsfähigkeit einer solchen künstlichen, aufsteigenden Quelle wechselt wie die der natürlichen Quellen sehr und hängt wie diese vornehmlich von der Menge der atmosphärischen Niederschläge ab. Die artesischen Brunnen haben ihren



Abb. 7.

Namen von der ehemaligen Grafschaft Artois in Frankreich, wo sie zuerst in größerer Anzahl hergestellt wurden.

Aufsuchen von Quellen und Grundwasser.

Das Aufsuchen von Quellen und besonders das von Grundwasser ist ein sehr unsicheres Unternehmen, das schon Manchem die bittersten Enttäuschungen gebracht hat. Es setzt, wenn es Aussicht auf Erfolg haben soll, sehr eingehende Studien, großen Scharfsinn und namentlich viel praktische Erfahrungen voraus. Am sichersten erfolgt es auf Grund der geologischen Durchforschung der abzusuchenden Gegend, so dass es sich empfiehlt, in allen einigermaßen wichtigen Fällen stets einen erfahrenen Geologen zu Rate zu ziehen.

Manchmal ist es zwar möglich, aus der Gestaltung der Erdoberfläche und aus der dieselbe bedeckenden Pflanzenwelt mit einiger Berechtigung auf das Vorhandensein von unterirdischem Wasser zu schließen; unsicher bleibt es aber immer. Das Vorkommen von Binsen, Schilf und anderen Sumpfpflanzen, sowie von gewissen Bäumen wie Weiden, Eschen und Erlen lässt hie und da die Stellen erkennen, an denen wasserführende Schichten der Erdoberfläche nahe sind und auch Stellen, die im Sommer mit besonders üppigem Graswuchse bedeckt sind, können oft Zeichen sein, dass sich darunter unterirdisches Wasser befindet. Man darf indessen alle diese Merkmale nicht als unbedingt sicher und zuverlässig ansehen, denn sehr häufig rührt das Gedeihen jener Pflanzen von ganz oberflächlichen Feuchtigkeitsansammlungen her, die mit tiefer sich findendem Wasser gar nichts zu tun haben. Man sollte daher das Vorkommen der genannten Pflanzen nie anders als höchstens als ein Hilfsmittel bei der geognostischen Untersuchung betrachten. Übrigens ist es nach Lueger (die Wasserversorgung der Städte) eine falsche Meinung, wenn man dabei einzelnen geologischen Formationen an sich von vornherein besonders hohe, anderen dagegen besonders geringe Fähigkeiten für die Wasserführung zuschreibt, denn es ist hauptsächlich die im Laufe der Zeit entstandene Zerteilung der Formationen in Schollen, Fetzen, Trümmer, Schotter usw., welche das Auftreten von Grundwasser und Quellen ermöglicht und worauf man sein Augenmerk richten muss.

Als Bedingungen für die Ansammlung von unterirdischem Wasser kann man das Vorhandensein einer wasserdurchlässigen Schicht aus Kies, Sand, Gerölle oder zerklüftetem und zertrümmertem Gesteine, in der sich das Wasser ansammelt, sodann das einer wasserundurchlässigen oder doch schwer durchlässigen Schicht aus Ton, Lehm usw. als Unterlage für den Grundwasserträger, welche das Versinken des Wassers verhütet und drittens das einer Deckschicht, welche das Verdunsten und Entweichen desselben verhindert, ansehen.

Man beachte auch noch folgende Erfahrungen, die sich auf das Vorhandensein von Quellen und unterirdischem Wasser beziehen:

1. Höhen, die mit ausgedehnten Wäldern besetzt und demnach mit undurchlässigen oder wenig durchlässigen Bodenmassen bedeckt sind, sind reicher an Wasser als kahle Höhen mit durchlässigem Boden. Auf ersteren und an ihren Abhängen — weniger in ihren Tälern — findet man meist zahlreiche

aber schwache Quellen, während auf den kahlen Höhen nur sehr wenig, dagegen in den zugehörigen Tälern meist einige ergiebigere Quellen angetroffen werden.

2. Häufig findet man Quellen in der Mitte von hufeisenförmigen Einsenkungen, Einbiegungen, Schluchten, Falten usw. Die von den Hängen herabsinkenden Grundwasserströme stossen hier aufeinander, hindern sich am Abflusse und müssen zu Tage treten.

3. Im losen Gesteine und im angeschwemmten Lande trifft man in den Niederungen, namentlich wenn größere Flüsse oder Seen sie bewässern, in der Regel sehr leicht Wasser, aber seltener Quellen an.

4. An den Böschungen und im Talwege ehemaliger Flussbetten findet man ebenfalls oft Quellen und Grundwasserströmungen,

5. Wo Eruptivgesteine (Granit, Phonolith, Basalt) das Gebirge durchbrechen, sind in der Nachbarschaft stets Quellen oder grössere Grundwasseransammlungen vorhanden.

6. Da wo zwei Formationen übereinander liegen, findet man in der Lagerfuge zwischen beiden meist Wasser.

7. Bei regelmäßig geschichteten Gesteinen treten die Wasser stets am Ausgehenden der Schichten zu Tage. Verhältnismäßig bedeutend werden diese Wasseraustritte, wenn das quellenbildende, geschichtete Gebirge auch noch eine senkrechte Zerklüftung hat.

8. In sehr zerklüftetem und im angeschwemmten Boden findet man manchmal eine Reihe von trichterförmigen Einsenkungen, die, wenn man sie in ihrer Richtung verfolgt, meist auf tiefer gelegene Quellen oder auf Grundwasser hinweisen.

9. Intermittierende Quellen deuten stets auf benachbarte Grundwasservorkommen.

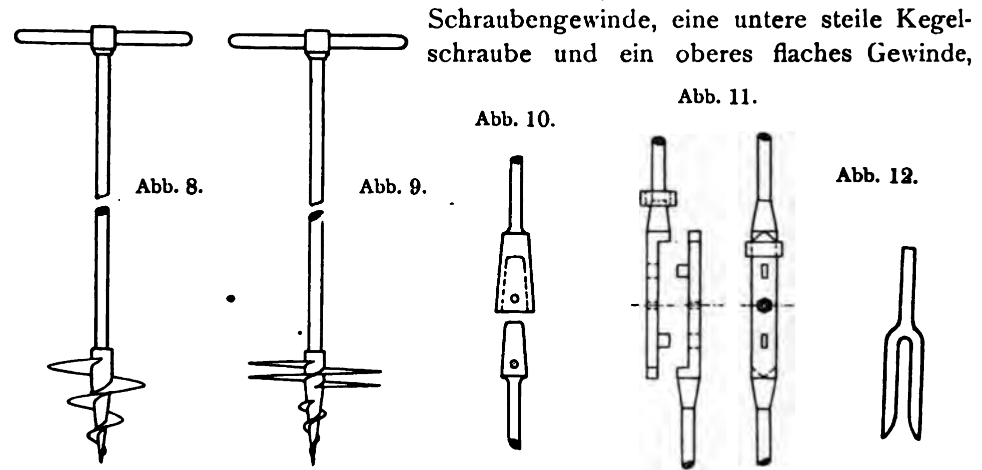
Den rechten Nutzen aus allen diesen Erfahrungen kann man jedoch erst ziehen, wenn man sie sich durch häufige Anwendung und Nachprüfung selbst zu eigen gemacht hat.

Viele „Quellensucher“ sollen ein gewisses, ihnen selbst unerklärliches Gefühl für verborgenes Wasser haben, so dass sie die Stellen, wo sich solches vorfindet, ohne lange Vorbereitungen mit Sicherheit (?) angeben können. Manchmal bedienen sie sich dabei der bekannten Wünschelrute oder anderer ähnlicher Instrumente. Ohne näher hierauf einzugehen, sei doch die Bemerkung gestattet, dass selbst hervorragende Wassertechniker sich nicht ganz ablehnend gegen dieses uralte Gerät verhalten. (Vergl. den Aufsatz von G. Francius im Zentralblatte der Bauverwaltung 1905 über „Die Wünschelrute“ und den sich daran knüpfenden Meinungsaustausch.)

Die Beschaffenheit und Lage der verschiedenen, oben erwähnten Schichten, in denen das Grundwasser sich bewegt, kann man von außen in den weitaus meisten Fällen nicht beurteilen Man muss sich daher die nötigen Kenntnisse hierüber durch besondere, an Ort und Stelle vorzunehmende Untersuchungsarbeiten verschaffen. Als wichtigste derselben ist die Untersuchung mit dem

Erdbohrer zu nennen. Man bedient sich des Erdbohrers zur vorläufigen Erforschung der oberen Erdschichten und zur Aufsuchung des Grundwassers in denselben. Bringt man mehrere Bohrlöcher nieder und findet man in ihnen Wasser, so kann man durch Nivellieren der Wasserspiegel auch feststellen, ob man es mit Grundwasserströmen oder mit Grundwasserbecken zu tun hat. Die Höhe der Grundwasserspiegel schwankt und lässt in der Regel jährlich einen Höchst- und einen Tiefstand erkennen, die häufig um mehrere Meter verschieden sind.

Der einfache Erdbohrer (Abb. 8) besteht aus einer gewöhnlich 1 bis 2 m langen eisernen Stange, die an ihrem oberen Ende ein Öhr zum Durchstecken einer hölzernen oder eisernen Handhabe besitzt und an ihrem unteren Ende mit einer steilgängigen Kegelschraube, deren größter Durchmesser bis zu 30 cm beträgt, versehen ist. Mittels der Handhabe wird der Erdbohrer wie ein großer Nagelbohrer in den Erdboden eingedreht; er eignet sich für nicht zu tiefe Bohrlöcher recht gut. Neuerdings wird an Stelle dieses Bohrers vielfach der ähnliche Bolkensche Erdbohrer (Abb. 9) benutzt. Derselbe hat zwei Schraubengewinde, eine untere steile Kegelschraube und ein oberes flaches Gewinde,


Abb. 8. Abb. 9. Abb. 10. Abb. 11. Abb. 12.

die sogenannten Wasserscheiben. Infolge seiner eigentümlichen Gestalt geht der Bohrer sehr leicht in die Erde und bohrt in beliebige Tiefe ein zylindrisches glattwandiges Loch. Beispielsweise kann ein Mann mit einem solchen Erdbohrer von 24 cm größtem Durchmesser unter günstigen Umständen in etwa 10 Minuten ein Loch von 1 m Tiefe bohren. Diese Bohrer werden in Größen von 5 bis 60 cm Durchmesser angefertigt. Um in größere Tiefen eindringen zu können, wird bei diesen und ähnlichen Bohrern die Bohrstange aus zwei Teilen hergestellt, die durch passende Kuppelungen (Abb. 10 und 11) mit einander verbunden werden können und das Einschalten von Verlängerungsstangen zulassen. Zum Einlassen und Ausziehen der Bohrstangen benutzt man hierbei häufig eine über dem Bohrloche an einem Dreifuße hängende Rolle. Besonders geeignet für diesen Zweck sind die bekannten Differentialflaschenzüge, welche es gestatten, dass das Bohrgestänge in beliebiger Höhe schwebend erhalten werden kann. Um ein Hineinfallen des Bohres in das Bohrloch beim …sen der Kupplung zu verhüten, ist den Bohrzeugen meist eine Gabel bei-

gegeben, die auf die Bohrstange aufgeschoben und quer über das Bohrloch gelegt wird, so dass die Kupplung nicht durchrutschen kann (Abb. 12).

Auch der amerikanische Erdbohrer (Abb. 13) findet neuerdings oft Verwendung. Das Gestänge desselben ist bis zu 5 m lang und oben wie die vorhergenannten Bohrer mit einer Öse und einer Handhabe versehen; die zugehörigen Verlängerungsstangen haben bis zu 3,5 m Länge. Am unteren Ende hat der amerikanische Bohrer eine Schraube mit Stahlschneiden, sowie Ansätze zur Glättung der Bohrlochswände. Nach Tecklenburg (Handbuch der Tiefbohrkunde) kann ein Mann in günstigem Boden mit diesem Bohrer in 3 Minuten $^1/_2$ m tief bohren. Bei jeder Drehung dringt der Bohrer dabei ungefähr 2 cm tief ein. Der gelöste Boden bleibt bei den drei erwähnten Werkzeugen auf dem Bohrer liegen und kann so zu Tage gebracht werden.

Außer den besprochenen Gezähen sind als geeignete Bohrer für vorläufige Untersuchungen noch der Hohlbohrer, die Schappe und der Schnecken- oder

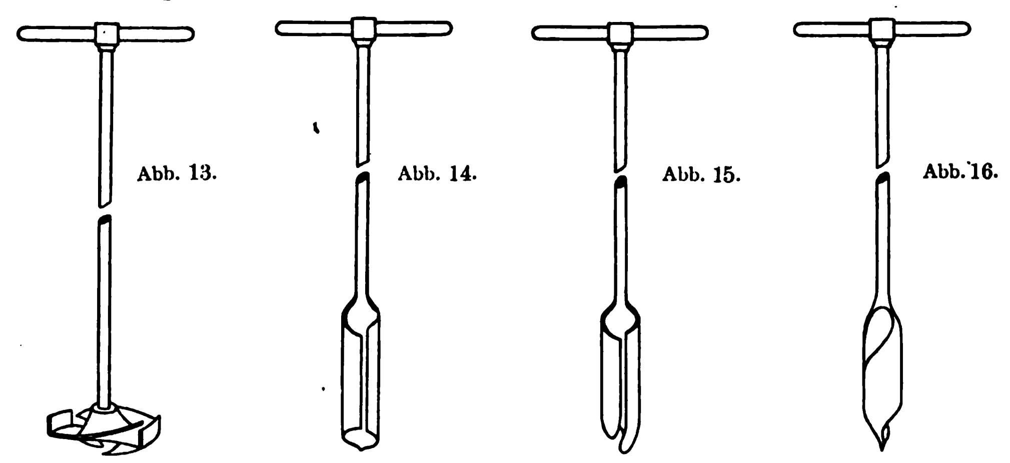


Abb. 13. Abb. 14. Abb. 15. Abb. 16.

Löffelbohrer zu nennen. Der Hohlbohrer (Abb. 14) ist ein mit einem Längsschlitze versehener Eisenzylinder, der an einer Seite eine Schneide hat und in den sich die erbohrten Massen so fest einklemmen, dass sie leicht zu Tage gebracht werden können; dasselbe ist bei den folgenden Bohrern der Fall. Die Schappe (Abb. 15) unterscheidet sich von dem Hohlbohrer dadurch, dass sie an ihrem unteren Ende schiefstehende oder gebogene Schneiden hat. Der 10 bis 15 cm starke und etwa 30 cm lange Schnecken- oder Löffelbohrer (Abb. 16) endlich ist ebenfalls ein sehr zweckmäßiges Instrument.

Mit den besprochenen einfachen Apparaten kann man bei mildem Gesteine bis etwa 10 m in den Erdboden eindringen, wobei je nach dem Widerstande, den das Gestein dem Bohrer entgegensetzt, ein Mann oder mehrere an der durch die obere Öse gesteckten Stange, dem Krückel oder Drehbündel angreifen müssen. Auch macht sich häufig eine Beschwerung des Gestänges nötig, die am einfachsten dadurch zu erreichen ist, dass sich ein Arbeiter auf den Krückel setzt. Zweckmäßig ist es manchmal, vor dem Beginne des Bohrens erst ein Loch zu graben, von dessen Sohle aus dann die Bohrarbeit vorgenommen wird und häufig sind die Wände des Bohrloches durch einzusetzende Röhren gegen den Einsturz zu schützen.

Für festes Gestein eignen sich die genannten Bohrerarten nicht, schon bei grobem Kiese wird ihre Anwendbarkeit hie und da zweifelhaft. Hat man festes Gestein zu durchbohren und muss man in größere Tiefen vordringen, so sind noch andere Werkzeuge anzuwenden. Auf dieselben hier einzugehen hat keinen Zweck, da sie später bei der Betrachtung der gebohrten Brunnen so wie so näher besprochen werden müssen. Dasselbe gilt von den hier auch nur kurz zu erwähnenden Ramm- und Schraubbrunnen, die ebenfalls zum Aufsuchen des in den oberen Erdschichten vorhandenen Grundwassers benutzt werden können.

Beschaffenheit des Wassers.

Das gefundene Wasser ist von sehr verschiedener Beschaffenheit und entspricht sehr oft dem Zwecke, dem man es dienstbar machen will, durchaus nicht. Es dürfte sich daher empfehlen, hier zunächst einige Bemerkungen über diese Beschaffenheit und die Anforderungen, welche man an ein brauchbares Wasser zu stellen hat, folgen zu lassen.

Man kann im allgemeinen zwei große Gruppen von Wässern unterscheiden, nämlich die einfachen oder Süßwässer und die zusammengesetzten oder Mineralwässer.

Zur ersten Gruppe gehören Regenwasser, Zisternenwasser, Grundwasser, (Quell- und Brunnenwasser), Flusswasser, Süßseewasser und Teichwasser. Das Sumpfwasser jedoch wird man kaum dazu rechnen können. Die süßen Wasser führen im Verein mit der Kohlensäure die im Erdboden enthaltenen anorganischen Salze in lösliche Verbindungen über und geben so den Pflanzen die wesentlichen Teile zu ihrem Aufbau. Das süße Wasser ist für den Menschen das gesündeste und für die Tiere das einzige Getränk, welches ihren Bedürfnissen angemessen ist. Aber nicht jedes süsse Wasser hat die Eigenschaften, die es haben muss, wenn es als Trinkwasser benutzt werden soll, denn man verlangt von einem guten, trinkbaren Wasser, dass es klar und rein, geruchlos, sowie verhältnismäßig leicht sei, dass es einen angenehmen und erfrischenden Geschmack habe und dass es von möglichst unveränderlicher Temperatur und nicht zu hart sei. Diese wünschenswerten Eigenschaften mögen jetzt etwas näher betrachtet werden.

Es liegt auf der Hand, dass, wenn ein Wasser nicht hell ist, dieser Mangel an Klarheit daher rührt, dass es fremde Körper enthält, die seine Durchsichtigkeit trüben. Solches Wasser ist nicht rein und die Körper, welche es enthält, können schädlich sein; es soll daher für den täglichen Gebrauch nicht angewendet werden. Die Klarheit des Wassers ist indessen kein Merkmal, welches allein die Reinheit des Wassers dartut, denn manche Gewässer sind sehr klar, obschon sie sogar schädliche Körper in Auflösung enthalten. Ein klares Wasser ist von guter Beschaffenheit, wenn es leicht siedet, ohne seine Durchsichtigkeit zu verlieren und ohne fremde Körper niederzuschlagen, wenn es ziemlich rasch trockene Hülsenfrüchte, Gemüse und Fleisch gar kocht, wenn es schnell erwärmt werden kann und schnell wieder kalt wird, wenn es leicht gefriert und wenn es die Seife gut auflöst, sowie die Wäsche gut wäscht. Diese Eigenschaften

bieten, wenn sie mit der Klarheit vereinigt sind, sichere Kennzeichen eines guten Wassers dar. Sie sind völlig ausreichend, wenn es sich nur darum handelt, die Brauchbarkeit eines Wassers für die gewöhnlichen Bedürfnisse des Lebens zu beurteilen.

Reines Wasser hat keinen Geruch; wenn daher ein Wasser irgend einen Geruch ausströmt, so ist es nicht rein. Es erhält diesen Geruch durch irgend einen fremden Stoff, welcher den Gebrauch des Wassers nachteilig für die Gesundheit machen kann.

Das reinste Wasser ist auch das leichteste. Das spezifische Gewicht eines Wassers bestimmt man mittels der bekannten Aräometer, durch die man sein Gewicht mit demjenigen eines gleichen Raumteiles chemisch reinen, nämlich destillierten Wassers vergleicht.

Dieses reinste Wasser, das destillierte Wasser, eine chemische Verbindung, die aus 88,81 Gewichtsteilen Sauerstoff und 11,19 Gewichtsteilen Wasserstoff besteht, ist übrigens durchaus nicht das beste Trinkwasser. Es ist vielmehr unverdaulich, belästigt den Magen und zieht den Unterleib zusammen, wenn es nicht einige Zeit mit Luft in Berührung gestanden hat. Damit solches Wasser trinkbar werde, muss es also mit Luft gemischt sein.

Unter lufthaltigem Wasser versteht man solches, welches atmosphärische Luft und Kohlensäure enthält. Diese Gase vermischen sich von selbst mit dem Wasser, sobald letzteres einige Zeit lang mit der Luft in Berührung bleibt. Die Mischung erfolgt schneller, wenn das Wasser an freier Luft umgerührt oder geschlagen wird. Der Luftgehalt ist eine der wichtigsten Eigenschaften des trinkbaren Wassers, denn der Gegenwart von Luft und Kohlensäure hat man den guten Geschmack des Wassers und seine Eigenschaft verdaulich zu sein, in erster Linie zuzuschreiben. Nach einer anderen Ansicht hängen diese beiden Eigenschaften jedoch in erster Linie von der Temperatur und der Anwesenheit gewisser Salze ab.

Sämtliche Süßwässer enthalten also Kohlensäure, aber in höchst verschiedenen Mengen. In stärkeren Mischungsverhältnissen, welche alsdann schon wirkliche Mineralwässer bezeichnen, erzeugt die Kohlensäure einen scharfen stechenden Geschmack. Alle Süßwässer haben ferner einen gewissen, der Allgemeinheit nach beständigen, gegeneinander aber ebenfalls höchst verschiedenen Gehalt an festen und gasartigen Bestandteilen (Salzen, Säuren und Gasen). Das Vorherrschen eines oder des anderen Bestandteiles, oder auch nur irgend einer besonderen Eigenschaft, weist ihnen ihre Stellung als Mineral-, Sol-, Gasbrunnen usw. an. Brunnen von ganz reinem, bloß mit Luft geschwängertem Wasser gibt es nicht; alle Brunnenwasser sind deshalb, streng genommen, Mineralwässer. Die als eigentliche Mineralwässer bezeichneten Wässer sind oft besonders rein. Häufig zeigen sich sehr nahe nebeneinanderliegende Brunnen höchst verschieden in Menge, Güte und Temperatur des Wassers. Gewöhnliche Beimengungen der Wasser sind kohlen- und schwefelsaurer Kalk, kohlensaures Eisen, schwefelsaure Bittererde und manchmal Schwefelwasserstoffgas. Diese Bestandteile finden sich jedoch meist in so geringer Menge vor, dass die dieselben enthaltenden Wasser in der Regel für den Hausgebrauch völlig gut geeignet sind. Wässer, die aus dem Gipse und dem darauf liegenden Tone stammen, enthalten ge-

wöhnlich schwefelsaure Kalkerde in einem solchen Verhältnisse, dass die Seife sich nicht völlig darin löst und Gemüse sich nicht weich kochen lassen. Als Trinkwasser benutzt, erzeugen sie bei den noch nicht daran Gewöhnten im Anfange einen Ausschlag auf der Haut. Das Wasser aus artesischen Brunnen enthält häufig mehr oder weniger Schwefelwasserstoff und ist oft, besonders wenn es aus großen Tiefen stammt, für den gewöhnlichen Gebrauch zu salzhaltig. Die Wässer aus dem aufgeschwemmten Lande sind der Mehrzahl nach am wenigsten gut, da sie unmittelbar aus oberen Schichten zusammenzulaufen pflegen und deshalb reich an organischen Stoffen, Pflanzenresten etc. sind. Sie führen daher Phosphorsäure und phosphorsaure Salze, besonders Eisenphosphat und auch bituminöse Substanzen. Die schlechtesten von ihnen sind wieder die durch eingelagerte Braunkohlenschichten emporquellenden, in welchem Falle dann zu den bereits genannten Bestandteilen noch ein reicher Gehalt von schwefelsaurem Eisen tritt. Solche Wässer haben einen matten, brackigen und widerlichen Geschmack und erzeugen beim Trinken kalte und faule Fieber. Die Seife zersetzt sich in ihnen und bildet Flocken, harte Gemüse lassen sich in ihnen nicht weich kochen und der Wäsche teilen sie eine fast gar nicht zu beseitigende gelbe Färbung mit; sie sind sonach für den Hausgebrauch ungeeignet. Die besten Wässer aus dem aufgeschwemmten Lande sind noch die aus dem tonigen Lehme. Die Wässer, welche aus Trachyt- und Basaltgebirgen kommen, sind im ganzen mehr oder weniger stark mit Schwefelwasserstoffgas, Kohlensäure, kohlensaurem Natron und Kochsalz, kohlensaurem Kalk, Kieselsäure etc. geschwängert. Wässer, welche in einem jener Gebirge durch auf erzführenden Gängen und Lagerstätten getriebenen Bergbau erschroten werden, sind selten hinreichend rein und frei von Erden und Metallen, um trinkbar zu sein; man hat sich daher derselben nur mit vieler Vorsicht zu bedienen. Das Wasser der norddeutschen Tiefebene ist stets mehr oder weniger eisenhaltig.

Die Frische des Wassers verdient ebenfalls die größte Beachtung, denn diese Eigenschaft ist sehr oft ausreichend, um ein an und für sich weniger gutes Wasser verdaulich zu machen, während die Wärme oft das beste Wasser unverdaulich machen kann. Es ist im allgemeinen besser, kaltes Wasser zu trinken als warmes. Kühles Wasser behagt dem Gaumen, löscht den Durst und sagt dem gesunden Magen zu. Es belebt den Körper und befördert die Verdauung, indem es die Kräfte des Magens in einem Grade steigert, welcher dieser Tätigkeit der Natur besonders zuträglich ist. Warmes Wasser dagegen löscht den Durst nicht; es behagt weder dem Magen, noch dem Gaumen, noch der Zunge. Die Übelkeit und das Erbrechen, welche es oft erregt, wenn es bis zu einem gewissen Grade erwärmt worden ist, beweisen, dass das warme Wasser zum Getränke nicht geeignet ist. Daher treibt uns auch unsere Natur, besonders im Sommer, die kalten Getränke den warmen im Allgemeinen vorzuziehen. Gutes Trinkwasser soll eine Temperatur von 9 bis 12 ° C. haben.

Regenwasser, welches an sich das reinste in der Natur vorkommende Wasser darstellt, ist, da es die in der Luft enthaltenen und auf den Dächern usw. abgelagerten Staubmengen, Pflanzenreste und dergl. mit sich führen kann, häufig sehr verunreinigt.

Flusswasser ist meist sehr weich und daher für häusliche und gewerbliche Zwecke besonders geeignet. Es hat aber bekanntlich eine sehr wechselnde Temperatur und führt stets, besonders aber unterhalb menschlicher Niederlassungen mehr oder weniger Verunreinigungen mit sich und ist daher als Trinkwasser nicht besonders zu gebrauchen. Fast gleich mit dem Flusswasser in seinen Eigenschaften ist das Teichwasser und das Süßseewasser.

Quellwasser, d. i. natürlich zu Tage tretendes und Brunnenwasser, d. i. künstlich zu Tage gefördertes Grundwasser sind meist frei von organischen Teilen und in den meisten Fällen sowohl als Trinkwasser wie auch als Brauchwasser benutzbar. Natürlicherweise darf das Grundwasser nicht aus Becken oder Strömen stammen, über denen sich Ansiedelungen befinden, denn durch deren Abfälle kann es sehr verschlechtert werden. Grundwasser und Quellenwasser haben auch ziemlich beständige Temperatur. Sie wechselt bei ersterem etwas mehr als bei letzterem.

Quellwasser hat selten über 10° C. Da die Temperatur derselben fast unveränderlich ist, so wird es uns im Sommer kälter als im Winter erscheinen. Die Wässer der warmen oder heißen Quellen, der Thermen, die sogenannten Thermalwasser sind Mineralwässer und treten mit sehr verschiedener Temperatur zu Tage, die in einigen Fällen nur wenige Grade über der mittleren Jahrestemperatur des betreffenden Ortes liegt, in anderen Fällen aber nahezu die Siedetemperatur des Wassers erreicht.

Ganz im allgemeinen unterscheidet man harte, und weiche Wässer nach ihrem größeren oder geringeren Gehalte an Kalk oder Magnesia. Man bezeichnet diesen Gehalt nach Härtegraden und versteht in Deutschland unter einem solchen Härtegrad den Gehalt von 1 Teil Kalk (Calciumoxyd) oder von 0,7 Teilen Magnesia (Magnesiumoxyd) in 100 000 Teilen Wasser. Sogenanntes weiches Wasser hat bis 10, mittelhartes Wasser bis 20 und hartes über 20 Härtegrade. Trinkwasser darf 10 bis 20 Härtegrade haben. Die Härte, die vom kohlensauren Kalke herrührt, nennt man vorübergehende Härte, weil sie sich durch Kochen entfernen lässt; die durch schwefelsauren Kalk (Gips) erzeugte Härte dagegen lässt sich durch Kochen nicht beseitigen und heißt deshalb bleibende Härte. Hartes Wasser ist an und für sich nicht gesundheitsschädlich, zum Waschen, zum Kochen und zum Dampfkesselspeisen ist es aber nicht zu gebrauchen. Auch ein Übermaß an Kohlensäure kann das Wasser hart machen, denn es werden im gemeinen Leben häufig Wässer als hart bezeichnet, die keine Spur von Kalk oder Magnesia enthalten. Das aus Granit, Gneis, Basalt, Tonschiefer und Quarzsand hervorquellende Wasser ist weich, das aus Kalk, Dolomit, Kreidemergel und Kalksand dagegen hart, während das aus dem Bundsandstein kommende meist mittelhart ist.

Endlich mag hier noch die Verunreinigung des Wassers durch Blei erwähnt werden, die in neuerer Zeit in einigen Fällen Bleivergiftungen herbeigeführt hat. Blei befindet sich ursprünglich in keinem Wasser, es gelangt aber dadurch hinein, dass Wasser, welches freie Kohlensäure und freien Sauerstoff enthält, wenn es durch Bleirohre geleitet wird, das Innere der Rohre angreift und Blei auflöst, indem sich ein giftiges Bleisalz (kohlensaures Bleioxyd,

Bleibicarbonat) bildet. Weiches Wasser von weniger als 2,5 deutschen Härtegraden zeigt diese bleilösende Wirkung in besonders hohem Maße. Wie viel Blei in einem Wasser enthalten sein kann, ohne dass man dasselbe unbedingt als gesundheitschädlich ansehen muss, steht noch nicht fest, doch scheint man 1 mg im Liter d. i. den einmillionsten Teil als obere Grenze ansehen zu können.

Die Untersuchung des Wassers.

Da, wie im vorstehenden Abschnitte gezeigt wurde, die Wässer in mannigfaltigster Weise durch fremde Beimengungen verunreinigt sein können, so ist eine genaue Untersuchung der Wässer von der größten Bedeutung. Die Untersuchung kann natürlicherweise mit verschiedener Genauigkeit geschehen und der Grad dieser Genauigkeit wird sich nach dem Zwecke, dem das zu untersuchende Wasser dienen soll, zu richten haben. Ein Wasser, das zum Trinken bestimmt ist, erfordert im allgemeinen eine weit eingehendere und sorgfältigere Prüfung als ein Wasser, welches nur gewerblichen Zwecken zu dienen hat, womit aber nicht gesagt sein soll, dass auch die Wässer für gewisse Industrien keine ganz gründliche Prüfung verlangten.

Bei den Wasseruntersuchungen unterscheidet man eine chemische und eine mikroskopische Untersuchung, zu denen in neuerer Zeit noch eine bakteriologische Untersuchung hinzukommt. Hat man solche Untersuchungen ausführen zu lassen, so muss man dem Untersuchenden jedesmal eine Wassermenge von mindestens 2 Litern zur Verfügung stellen.

Die chemische Untersuchung zerfällt in eine qualitative und in eine quantitative Analyse. Die erstere hat festzustellen, welche fremden Stoffe überhaupt in einem Wasser vorhanden sind, die letztere dagegen hat das Mengenverhältnis dieser fremden Stoffe zu ermitteln. Das Wasser soll möglichst frei von Eisenverbindungen, Phosphorsäure, Schwefelwasserstoff, Schwefelalkalien, salpetriger Säure und Ammoniak sein. Mikroskopisch muss sowohl das Wasser selbst, als auch seine festen Bestandteile, seine Rückstände, beim Kochen sein Bodensatz untersucht werden. Die bakteriologische Untersuchung bezieht sich namentlich auf die Gegenwart von krankheitserregenden (pathogenen) Keimen. Trinkwasser darf nicht mehr als 100 Bakterienkeime auf 1 ccm enthalten, die jedoch nur wenig verschiedenen Arten angehören dürfen. Die Anwesenheit vieler Bakterienarten deutet auf Zuflüsse aus Gebieten, in denen eine Zersetzung organischer Stoffe vor sich geht. Wasser, welches aus einer größeren Tiefe als 4 m stammt, ist meist keimfrei.

Wie die chemische und auch die mikroskopische Untersuchung nur von einem bewährten Fachmanne, am besten von einem geübten Chemiker vorgenommen werden sollte, so kann die bakteriologische Untersuchung auch nur durch einen tüchtigen Bakteriologen durchgeführt werden.

Auf alle diese Untersuchungen kann daher hier nicht näher eingegangen werden; wir müssen uns vielmehr damit begnügen, einige von jedermann leicht vorzunehmende Prüfungen zu besprechen und einige einfachere chemische Erscheinungen kurz zu erwähnen.

Die Reinheit eines Wassers kann man in vielen Fällen schon aus seiner Farbe und Durchsichtigkeit, seinem Geruche und seinem Geschmacke erkennen. Die Gegenwart aufgelöster fremder Stoffe in klarem Wasser erkennt man leicht auf folgende Weise. Man gebe einen Tropfen des Wassers auf einen ganz reinen weißen Teller und lasse ihn völlig verdunsten. Wenn man dann keinen Fleck bemerkt, so ist das Wasser rein; im anderen Falle enthält das Wasser Teile, die es beim Verdunsten zurückließ. Man koche eine gewisse Menge des Wassers in einem ganz reinen Gefäße, nehme es dann vom Feuer und überlasse es eine Weile sich selbst. Das Gefäß decke man zu, damit keine Unreinigkeiten hineinkommen können. Nachdem das Wasser kalt geworden ist, gieße man es vorsichtig ab, indem man das Gefäß nach und nach neigt, ohne es dabei zu erschüttern. Wenn man dann nach dem Abgießen nichts auf dem Boden des Gefäßes findet, so ist das Wasser rein. Zeigt der Boden dagegen irgend einen Niederschlag, so enthält das Wasser ungeachtet seiner Klarheit Körper in Auflösung, die seiner Güte schaden und es selbst untauglich für den häuslichen Gebrauch machen können.

Reines Wasser ist farblos. Durch eine Beimengung von schwefelsaurem Eisen kann es grünlich, durch eine solche von schwefelsaurem Kupfer aber bläulich gefärbt werden; doch kommen so starke Beimengungsverhältnisse, wie sie zu einer bemerkbaren Färbung nötig sind, nur selten vor. In tieferen Wasserschichten sind sie deutlich zu erkennen. Organische Stoffe färben das Wasser gelblich, rötlich oder bräunlich und machen es mehr oder weniger übelriechend. Tonige und kalkige Beimengungen machen das Wasser trübe und undurchsichtig oder milchig, sie setzen sich aber im ruhig stehenden Wasser nach und nach ab. Schwefelwasserstoff enthaltendes Wasser ist zunächst klar und durchsichtig, es wird aber beim Stehen an der Luft in nicht zu langer Zeit milchig und setzt Schwefel ab. Der Schwefelwasserstoff kündigt sich auch durch den bekannten Geruch nach faulen Eiern an, der sich übrigens beim Stehen an der Luft bald verflüchtigt, so dass ein zu gewissen Zwecken ganz brauchbares Wasser zurückbleibt. Wasser mit saurem kohlensaurem Eisen und Kalk wird durch die nach und nach ausscheidende Säure trübe und setzt Eisenoxydhydrat und kohlensauren Kalk ab. Wasser, welches Eisenoxydul enthält, begünstigt das Wachstum gewisser Algenarten, die sehr lästig werden können.

Auch durch den Geschmack kann man, wie schon gesagt wurde, in vielen Fällen die Anwesenheit verschiedener Beimengungen erkennen. So erzeugen schwefelsaure Bittererde (Bittersalz oder schwefelsaure Magnesia) einen bitterlichen, Kochsalz (Chlornatrium) einen salzigen, schwefelsaures Kupfer einen ekelerregenden, schwefelsaure Tonerde (Alaun) einen süßlichen zusammenziehenden und Eisensalze einen herben Geschmack.

Einige auffallende aber einfache chemische Erscheinungen sind folgende. Ein einigermaßen beträchtlicher Gehalt an Schwefelsäure gibt mit Chlorbaryum einen weißen Niederschlag; ebenso Kalk, wenn man oxalsaures Kali zusetzt. Auch die Anwesenheit von Salzsäure macht sich, wenn man salpetersaures Silber zusetzt, durch einen weißen Niederschlag bemerkbar, der aber im Sonnenlichte schwarz wird. Salpetersaures Silber zeigt ferner das Vorhandensein von freier

Phosphorsäure durch einen gelben Niederschlag an, wenn die Phosphorsäure durch einen Zusatz von Ammoniak neutralisiert worden ist. Auch phosphorsaures Eisen macht sich durch den sich bildenden gelben Niederschlag bemerkbar. Dagegen sind phosphorsaure Kalk- und Tonerde schwer zu erkennen; sie kommen aber auch selten im Quell- und Brunnenwasser vor.

Die Anwesenheit von Blei lässt sich sehr einfach mit Schwefelwasserstoffwasser nachweisen, das man in das zu prüfende Wasser gießt. Es bildet sich dann Schwefelblei und färbt das Wasser braun. Um Irrtümer zu vermeiden, ist es bei dieser einfachen Prüfung zweckmäßig, das zu untersuchende Wasser vorher durch einige Tropfen Salzsäure anzusäuren. Würde man dies versäumen, so würden durch das Schwefelwasserstoffwasser auch die etwa im Wasser vorhandenen, gänzlich unschädlichen Spuren von Eisen gefällt und dem Wasser würde eine der Bleifärbung sehr ähnliche grünlichbraune Farbe erteilt werden. Man könnte also unter Umständen ein ganz vorzügliches Wasser als bleihaltig ansehen, welches tatsächlich nicht die geringste Spur von Blei mit sich führt.

Die Reinigung des Wassers.

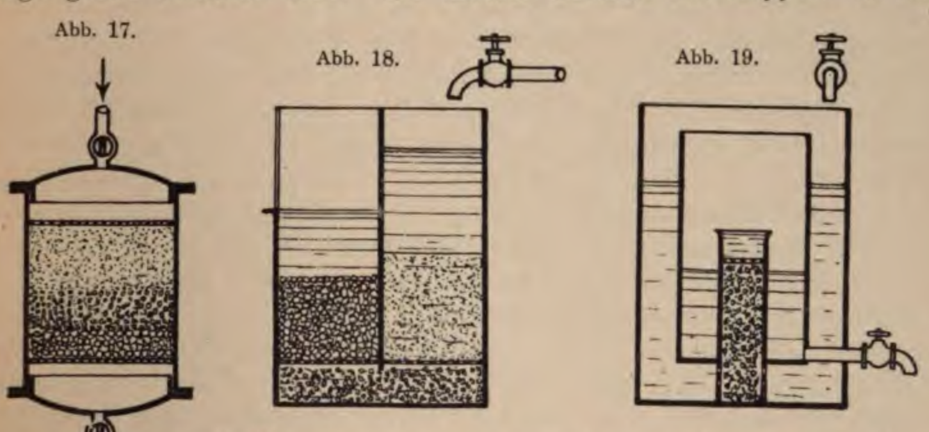
Die gründlichste Reinigung der durch ihre Beimengungen für den Hausbedarf unbrauchbaren Wässer würde in den meisten Fällen durch die Destillation zu erreichen sein. Doch wird durch dieselbe, ganz abgesehen von ihrer großen Umständlichkeit für das gemeine Leben, das Wasser seiner Kohlensäure beraubt und also, wie wir schon gesehen haben, zum Trinken ungeeignet gemacht. Das Destillieren des Wassers ist übrigens ein Mittel, dessen man sich mit Erfolg auf Seereisen zum Trinkbarmachen des Seewassers bedienen kann, wo man die auf den Schiffen befindlichen großen Speisekochkessel durch Aufsetzen von gut schließenden Hüten mit angestoßenen Röhren dazu vorrichtet. Solches destilliertes Wasser muss aber mit Luft gesättigt werden, wenn es einigermaßen schmackhaft und bekömmlich sein soll.

Die im Wasser enthaltene Kohlensäure verflüchtigt sich größtenteils schon bei längerem Stehen an der Luft und der durch dieselbe in Lösung gehaltene kohlensaure Kalk schlägt sich nieder; es kann also auf diese Weise hartes Wasser sich in weicheres umwandeln. Auch durch längeres Kochen kann das Wasser gereinigt und hartes Wasser, wie weiter oben schon erwähnt wurde, in weicheres verwandelt werden, indem auch hierbei die im Wasser gelösten doppeltkohlensauren Verbindungen (Bikarbonate) des Calciums und des Magnesiums durch das Entweichen von Kohlensäure in unlösliche, einfachkohlensaure Verbindungen (Karbonate) übergeführt und ausgeschieden werden.

Um toniges, lehmiges und durch organische Stoffe verunreinigtes Wasser trinkbar zu machen, filtriert man dasselbe durch Quarzsand, Sandstein, Schwämme, Binsen, Gewebe, Cellulose, Asbest, Kieselgur, Holzkohle, Kok oder Knochenkohle, wobei die Verunreinigungen in diesen Stoffen zurückbleiben. Am wirksamsten scheint hiervon gehörig gereinigte und gut ausgelaugte Knochenkohle zu sein, namentlich bei der Anwesenheit von tierischen Stoffen im Wasser. Diese Kohle ist aber verhältnismäßig teuer; Quarzsand ist von allen Filterstoffen am billigsten.

Das Filtern erfolgt meist von oben nach unten, doch kommt auch eine Filtration von unten nach oben vor. Bei letzterer sollen die Filtermassen durch das nach oben andringende Wasser fortwährend aufgerührt werden, so dass immer neue Teile derselben mit dem Wasser in Berührung kommen, während bei der ersterwähnten Filtration die ausgeschiedenen Stoffe bald die oberen Schichten der Filtermassen so verschlämmen sollen, dass das zu filtrierende Wasser stets durch die einmal gebohrten Kanäle hindurchgeht, ohne gereinigt zu werden. Bei der Filterung von unten nach oben können aber, wie die Praxis gezeigt hat, die Filtermassen leicht in Unordnung geraten, wenn die einzelnen Schichten nicht durch Siebe voneinander getrennt sind. Bei einzelnen Filtrierverfahren bewegt sich das Wasser auch wagrecht fort und bei Anwendung geeigneter Filtermassen in Platten- oder Kuchenform kann die Bewegungsrichtung überhaupt gleichgültig sein.

Ein sehr einfaches Filter für den Hausgebrauch zeigt die Abb. 17. Dasselbe besteht aus einem eisernen Gefäße, welches zwei Siebe enthält, zwischen denen sich Quarzsand von verschiedener Korngröße befindet; zu unterst liegt grober, zu oberst feiner Sand. Oben und unten in der Zu- und in der Ableitung sind Hähne angeordnet, mit deren Hilfe man die zu reinigende Wassermenge genau einstellen kann. Ein anderer einfacher Filtrierapparat für nicht


Abb. 17. Abb. 18. Abb. 19.

zu große Wassermengen ist folgender. Ein hohes Gefäß, ein Filterbecken, von kreisrundem oder vierseitigem Querschnitte ist in der Mitte durch eine senkrechte, fast bis auf den Boden niedergehende Scheidewand in zwei Kammern geteilt (Abb. 18). Den Boden bedeckt eine Schicht mittelfeinen Sandes, die in beide Abteilungen hinaufreicht. Auf dieser Schicht liegt in jeder Abteilung eine durchlöcherte Platte oder ein Sieb von entsprechender Maschenweite und auf diesem in der einen Abteilung eine Schicht groben, in der anderen eine Schicht feinen Sandes. Letzterer kann noch mit Flanell bedeckt werden. Das zu reinigende Wasser gelangt nun auf die Flanelldecke, welche die gröbsten Unreinigkeiten zurückhält, sinkt durch den feinen und mittelfeinen Sand in der einen Abteilung des Gefäßes nieder und steigt durch den mittelfeinen und groben Sand in der anderen Abteilung empor und kann von dort aus gereinigt abgelassen werden. Der Flanell muss öfter aus

gespült und der Sand öfter erneuert werden. Hölzerne und tönerne Gefäße eignen sich zu derartigen Filtern besser als eiserne, die leicht oxydieren.

Um das filtrierte Wasser zugleich möglichst frisch zu erhalten, ist die Anwendung dreier ineinandergestellter runder Gefäße (Abb. 19) zweckmäßig. Das zu reinigende Wasser wird in den Raum zwischen dem äußeren und dem mittleren Gefäße gelassen, geht unter diesem hinweg, steigt in dem inneren Raume durch die denselben anfüllenden Schichten von Kohle und Sand empor und fällt endlich oben über in den mittleren Raum, aus welchem es beliebig abgelassen werden kann. Das reine Wasser befindet sich demnach zwischen dem ungereinigten und dem in der Reinigung befindlichen mitteninne, wodurch es kühl erhalten wird. Zur Hervorbringung der nötigen Bewegung durch die Filtermassen hindurch, muss der Spiegel des eintretenden Wassers mindestens 15 cm höher als der des austretenden gehalten werden.

Man hat noch verschiedene andere Anordnungen solcher Filter für den Hausbedarf ausgedacht und empfohlen, auf die jedoch hier nicht näher eingegangen werden kann. Die verhältnismäßig bequemsten, wenn auch nicht die billigsten dieser Hausfilter sind die mit plastischer Kohle oder Kieselgur, welche man fertig geliefert erhält. Die Filterkörper werden dabei meist aus fein gepulverter Filtermasse mit einem geeigneten Bindemittel (Melasse, Leimlösung usw.) zu einem knetbaren Teige gemengt, sodann gepresst und, wenn erforderlich auch noch geglüht. Die Wirkung dieser Filter wird verschieden beurteilt; im allgemeinen können sie wohl die festen und ungelösten Beimengungen, aber nicht die gefährlichen Keime zurückhalten. Sie sind überdies sämtlich in der Anwendung mehr oder weniger unbequem wegen der Reinigung, Ausglühung oder auch Erneuerung der Filtermassen, die zur Beseitigung der zurückgehaltenen Schmutzstoffe sehr oft nötig ist. Wirklich unschädlich machen lassen sich die Keime nur durch anhaltendes Kochen oder Destillieren des Wassers.

Zur Reinigung größerer Wassermassen von darin schwebenden festen Teilchen kann man entweder Klärbecken oder Filter anwenden. In den Klärbecken lässt man das Wasser eine Zeit lang, d. h. 12 bis 36 Stunden ruhig stehen, wobei sich die Verunreinigungen nach und nach absetzen, worauf dann das über dem Bodensatze stehende klare Wasser abgelassen werden kann. Das Ablassen muss sehr vorsichtig geschehen, damit der Bodensatz nicht wieder aufgerührt wird. Die Klärbecken haben gewöhnlich 3 bis 4 m Tiefe und einen Fassungsraum, der dem Tagesbedarfe etwa entspricht. Der Boden der Klärbecken wird aus Tonschlag wasserdicht hergestellt und die Umfassungswände sollen ebenfalls wasserdicht sein. Man kann die Klärbecken auch beständig arbeiten lassen, wobei das Wasser mit einer Geschwindigkeit von höchstens 2 mm in der Sekunde durch das Becken fließt und an der Oberfläche da, wo es am klarsten ist, abgelassen wird. Querwände, die unten mit Löchern versehen sind oder an einer Seite nicht ganz bis an die Umfassungswände des Beckens reichen, können dabei das Absetzen der Verunreigungen befördern.

Weit vollständiger und sicherer als durch die eben erwähnte Klärung oder Sedimentation werden die im Wasser enthaltenen unlöslichen Teilchen durch die Sandfilterung ausgeschieden. Das Filtern erfolgt auch im Großen so, wie wir es

beim Filtrieren kleinerer Wassermengen bereits kennen gelernt haben. Das Wasser durchdringt die Filterschichten von oben nach unten und sammelt sich auf dem Boden des Filterbeckens, welches ebenfalls durchaus wasserdicht herzustellen ist, in Kanälen, in denen es der Abflussstelle langsam zufließt. Auch kann man auf der Filtersohle Sammelstränge aus stumpf aneinander gestoßenen Drainröhren einlegen, die das filtrierte Wasser einem in der Filtersohle liegenden Hauptstrange zuführen. Auf die Sohle kommen die Filtermassen, die wie früher aus Schichten von verschieden grobem Quarzsande bestehen. Klär- und Filterbecken werden häufig bedeckt oder überdacht, damit der regelrechte Betrieb durch eindringenden Staub, die Einwirkung der Sonne und des Frostes usw. nicht gestört wird.

Die eigentliche Reinigung des Wassers findet, wie die Erfahrung lehrt, nur in den obersten Schichten des Filters statt, die darunter liegenden Sande und Kiesschichten haben nur den Zweck, den eigentlichen Filtersand zu stützen und dem niedersickernden Wasser einen leichteren Abfluss zu gewähren. Damit das Wasser keinen Sand mitreißen kann, dürfen die Korngrößen der einzelnen Schichten nicht zu verschieden voneinander sein. Im allgemeinen soll das Korn einer Schicht höchstens dreimal so dick als das der nächst höheren Schicht sein. Die Schichten werden wagrecht abgeglichen. Die unterste erhält etwa 25 cm Dicke und besteht aus Kies von etwa wallnussgroßen Körnern, dann folgt eine etwa 15 cm dicke Schicht von Kies in Haselnussgröße, auf die weitere Schichten von Bohnen-, Erbsen- und Hirsekorngröße aufgebracht werden, so dass die ganze Stützschicht etwa 50 bis 60 cm stark wird. Die eigentliche Filterschicht ist, wenn sie neu eingebracht wird, 60 bis 120 cm hoch und besteht aus gewaschenem, möglichst gleichartigem Quarzsande von 0,3 bis 1 mm Korngröße.

Die im Wasser enthaltenen Unreinigkeiten bleiben in den obersten Lagen des Filtersandes zurück, während der darunter liegende Sand nur wenig verunreinigt wird. Es bildet sich nach und nach zwischen den obersten Körnern eine Filterdecke oder Filterhaut durch die Sinkstoffe, welche schließlich selbst die feinsten Fäserchen zurückhält. Allmählich aber wird die Filterhaut so dicht und dick, dass sie das Wasser nur noch schwer durchlässt und dann muss die oberste Schicht des Filtersandes in 1 bis 3 cm Dicke abgeschält und beseitigt werden. Manchmal hat dies in jeder Woche, manchmal auch nur aller 2 Monate zu geschehen. Der unreine Sand kann gewaschen und dann wieder benutzt werden. Es ist nach einer Bestimmung des Reichsgesundheitsamtes zulässig, die Filtersandschicht bis auf 30 cm abzutragen, ehe sie zu erneuern ist. Auch das Filterbecken selbst ist von Zeit zu Zeit abzulassen und zu reinigen.

Das zu filtrierende Wasser wird 80 bis 120 cm hoch über der Filterdecke angestaut; es muss in breiter dünner Schicht zugeführt werden, damit der Sand nicht aufgerührt wird. Die Ergiebigkeit des Filters, die unter sonst gleichen Umständen von der Druckhöhe d. i. der Höhe zwischen Wasserspiegel und Unterkante der Filterschicht abhängt, beträgt bei 50 cm Stärke der letzteren etwa 120 l für die Stunde und für 1 qm Filteroberfläche; die Arbeitsgeschwindigkeit des Filters ist demnach 120 mm in der Stunde. Die Druckhöhe und die Größe der Filterfläche lassen sich hiernach für andere Fälle ungefähr bestimmen.

Übrigens kommen in der Praxis sowohl größere als auch kleinere Arbeitsgeschwindigkeiten vor, so dass die angegebenen Zahlen nur als Mittelwerte zu betrachten sind. Die für eine Anlage erforderliche Gesamtfilterfläche wird zweckmäßigerweise auf mehrere Filterbecken verteilt, die man dann, ohne dass der Betrieb der Anlage unterbrochen zu werden braucht, einzeln ausschalten und reinigen kann.

Die im Wasser befindlichen gelösten Teile lassen sich durch Filter nicht beseitigen. Dies kann im allgemeinen nur auf chemischem Wege, teilweise aber auch durch Lüftung geschehen. Auf chemischem Wege erfolgt die Reinigung des Wassers durch Zusatz geeigneter Chemikalien, welche die im Wasser gelösten Stoffe in unlösliche Verbindungen überführen und ausfällen. Einige hierbei auftretende Erscheinungen sind bereits im vorigen Abschnitte besprochen worden; näher darauf einzugehen ist nicht die Aufgabe dieses Buches, Die Lüftung, von der wir auch bereits eine Anwendung, nämlich das Weichermachen harten Wassers, kennen gelernt haben, wird in neuerer Zeit besonders zur Verminderung des Eisengehaltes bei der Enteisenung des Wassers benutzt.

Das Grundwasser der norddeutschen Tiefebene enthält bekanntlich oft kohlensaures und humussaures Eisenoxydul in solchen Mengen, dass es zu jeder häuslichen und gewerblichen Benutzung unbrauchbar ist.

Das Wasser mit kohlensaurem Eisenoxydul ist zuerst klar und verrät den Eisengehalt nur durch den Geschmack, bald aber trübt es sich infolge der Überführung des löslichen Oxyduls durch den Sauerstoff der Luft in unlösliches Oxydhydrat, welches ausfällt. Durch geeignete Lüftung, die z. B. dadurch erreicht wird, dass man das Wasser, durch Brausen fein verteilt, frei herabfallen lässt, wobei es in innige Berührung mit der Luft kommt, kann die Ausfällung beschleunigt werden. Ist das Eisen an Humussäure gebunden, so kommt das Wasser gleich mit gelber Farbe zu Tage und es müssen zum Ausfällen des Oxydhydrates chemische Mittel angewendet werden.

Das Wasser lässt man dann nach der Lüftung oder der chemischen Behandlung durch Filter gehen, deren Sand etwa 2 mm Korngröße haben kann. Dieser Sand hält die gefällten flockigen Niederschläge zurück und enteisent so das Wasser. Die Arbeitsgeschwindigkeit der Filter kann hierbei bis zu 1000 mm in der Stunde betragen, so dass die Ergiebigkeit derselben sich bis auf 1 cbm stündlich für 1 qm Filterfläche belaufen kann. Das richtig enteisente Wasser ist von vorzüglicher Beschaffenheit und für alle Zwecke verwendbar.

Der Wasserbedarf.

Von größter Wichtigkeit für die Planung einer Wasserversorgungsanlage, selbst einer solchen kleinsten Umfanges, ist die Kenntnis des Wasserbedarfs, dem sie genügen soll. Deshalb müssen auch in diesem Buche einige Bemerkungen hierüber gemacht werden.

Die folgenden Angaben sind einem Berichte entnommen, der im Jahre 1884 von einem Ausschusse des deutschen Vereins der Gas- und Wasserfachmänner erstattet wurde.

Man rechnet:

Zum Trinken, Kochen und Reinigen für Kopf und Tag	20—30 l
zur Wäsche für Kopf und Tag	10—15 l
zu einer einmaligen Abtrittspülung	5—6 l
zur stoßweisen Spülung eines Harnstandes stündlich	30 l
zur dauernden Spülung für 1 m Spülrohr stündlich	200 l
für ein Wannenbad	350 l
für ein Sitzbad	30 l
für ein Brausebad	20—30 l
zur Garten-, Hof- und Wegebesprengung an trockenen Tagen für 1 qm einmal besprengte Fläche	1,5 l
für ein Pferd oder ein Stück Großvieh täglich	50 l
für ein Kalb oder ein Schaf	8 l
für ein Schwein	13 l
zum Reinigen eines Fuhrwerkes täglich	200 l

Zu bemerken ist hierzu, dass da, wo Wasser frei zur Verfügung steht, sehr viel mehr verbraucht, um nicht zu sagen verschwendet wird als eigentlich nötig wäre. Die obigen Zahlen gelten für Anlagen, bei denen das Wasser dem Verbrauche zugemessen wird; sie steigen erfahrungsgemäß auf das doppelte und dreifache, wenn dies nicht geschieht.

Schließlich mögen hier noch die folgenden Angaben, als dem Zwecke dieses Buches nicht entgegenstehend, gemacht werden.

Der Wasserverbrauch für die Dampferzeugung beträgt durchschnittlich für eine Nutzpferdestärke und Stunde

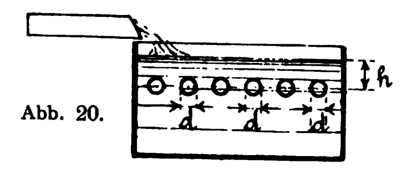
bei Auspuffmaschinen	28 l
bei einzylindrigen Kondensationsmaschinen	20 l
bei Verbundmaschinen	14 l

An Einspritzwasser für Kondensationsmaschinen hat man für eine Nutzpferdestärke im Durchschnitte stündlich etwa 480 l zu rechnen.

Das Messen der Wassermengen.

Die Wassermenge, welche eine Quelle oder ein mit einer Ausflussröhre versehener Brunnen in einer gewissen Zeit liefert, kann man am sichersten dadurch messen, dass man das Wasser während dieser Zeit in einen geeichten Behälter laufen lässt. Man stellt dabei häufig zwei gleich große Gefäße nebeneinander und leitet das Wasser abwechselnd in dieselben, so dass sich das eine füllt, während das andere sich entleert. Kleinere Wassermengen kann man auch durch Abwägen der während einer bestimmten Zeit in ein Gefäß geflossenen Wassermenge ermitteln. Neben den geeichten Gefäßen wurde bis in die neueste Zeit auch der sogenannte Wasser- oder Brunnenzoll zum Messen oder Eichen der Quellen benutzt, d. i. ursprünglich ein Wasserstrahl mit kreisrundem Querschnitte von einem Zoll Durchmesser, der unter einer bestimmten Druckhöhe abfließt. Bei diesem Verfahren wird auch ein Messgefäß, in welches der Wasserstrahl einfließt, benutzt (Abb. 20). Dasselbe ist sehr dünnwandig zu

machen und unter seiner Oberkante mit einer Reihe kreisrunder gleichgroßer und einzeln verschließbarer Öffnungen zu versehen. Der Wasserspiegel in diesem Gefäße wird zum Zwecke der Wassermessung auf einer bestimmten Höhe h über der Mitte der Löcher gehalten, was man durch Öffnen oder Schließen der erforderlichen Anzahl Ausströmungslöcher erreicht. Prony fand, dass durch eine kreisrunde Öffnung mit zylindrischer Wandung und mit dem Durchmesser d = 20 mm in einer 17 mm dicken, senkrechtstehenden Wand unter der Druckhöhe h = 50 mm in 24 Stunden 20 cbm ausfließen d. i. 0,2315 sl (Sekundenliter). Ein anderes Messverfahren, welches namentlich bei Wasser, das in einem Gerinne oder einem Bache fließt, anwendbar ist, besteht darin, dass man das Wasser durch einen rechteckigen Ausschnitt in einer Wand überfallen oder unter einem Schützenbrette ausfließen lässt. Beim Wassermessen mit einem rechteckigen Ausschnitte, einem sogenannten Überfalle, kann man sich folgender Tabelle bedienen (Tab. 1). Die überfließende Wassermenge ist nach der Gleichung

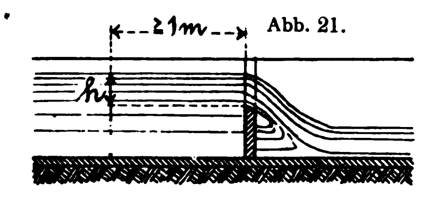

Abb. 20.

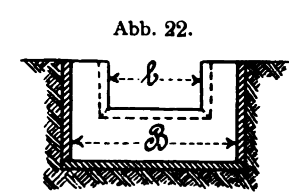
$$Q = k \cdot b \cdot h \sqrt{2gh}$$

berechnet, wobei k einen von Braschmann festgestellten Zahlenwert

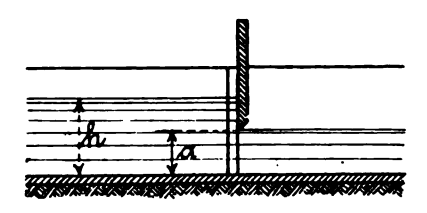
$$k = 0{,}3838 + 0{,}0386 \frac{b}{B} + 0{,}00053 \frac{1}{h}$$

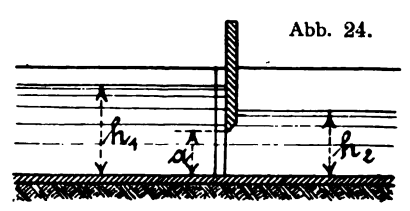
bedeutet. Genaue Ergebnisse liefert diese Tabelle aber nur, wenn b (Abb. 22) größer als 8 cm ist und die Kante des Überfalles mindestens 10 cm über dem Gerinnboden liegt. Die sogenannte Druckhöhe h darf nicht unmittelbar über dem Überfalle gemessen werden; dies hat vielmehr mindestens 1 m hinter dem Einsatzbrette zu geschehen (Abb. 21), da über letzterem stets eine Senkung des Wasserspiegels stattfindet. Die Tabelle gibt die überfließende Wassermenge in sl und für 1 m Überfallbreite.


Abb. 21.


Abb. 22.

Will man Schützenöffnungen (sogenannte Weisbachsche Mündungen Abb. 23, 24 und 25) zum Wassermessen benutzen, so kann man sich der folgenden Tabellen bedienen (Tab. 2 und 3). Tabelle 2 ist nach der Gleichung


Abb. 23.


Abb. 24.

$$Q = 0{,}596\, ab \sqrt{2g\left(h - \frac{a}{2}\right)}$$

Tabelle 1.

h mm	$\frac{b}{B} = 0{,}1$	$\frac{b}{B} = 0{,}2$	$\frac{b}{B} = 0{,}3$	$\frac{b}{B} = 0{,}4$	$\frac{b}{B} = 0{,}5$
10	1,90	1,92	1,94	1,95	1,97
20	5,17	5,22	5,27	5,32	5,37
30	9,3	9,4	9,5	9,6	9,7
40	14,1	14,3	14,4	14,5	14,6
50	19,6	19,8	20,0	20,2	20,4
60	25,8	26,0	26,3	26,6	26,8
70	32,3	32,6	33,0	33,3	33,6
80	39,7	39,9	40,3	40,7	41,1
90	47,2	47,6	48,1	48,6	49,1
100	54,9	55,6	56,1	56,7	57,1
120	72,1	72,9	73,6	74,3	74,9
140	90,9	91,9	92,8	93,7	94,5
160	111	112	113	114	115
180	132	133	135	136	137
200	154	156	157	159	161
220	178	180	182	183	185
240	203	205	207	209	211
260	229	231	234	236	238
280	255	258	260	263	266
300	283	286	289	292	295

h mm	$\frac{b}{B} = 0{,}6$	$\frac{b}{B} = 0{,}7$	$\frac{b}{B} = 0{,}8$	$\frac{b}{B} = 0{,}9$	$\frac{b}{B} = 1$
10	1,98	2,00	2,02	2,04	2,06
20	5,41	5,46	5,51	5,56	5,61
30	9,8	9,9	10,0	10,1	10,2
40	14,8	14,9	15,1	15,2	15,3
50	20,6	20,8	21,0	21,2	21,4
60	27,1	27,3	27,6	27,8	28,1
70	33,9	34,3	34,6	34,8	35,2
80	41,5	42,0	42,4	42,7	43,1
90	49,6	50,0	50,5	50,9	51,2
100	57,7	58,2	58,7	59,4	59,9
120	75,6	76,4	77,1	77,8	78,6
140	95,4	96,3	97,4	98,6	99,8
160	116	117	118	119	120
180	139	140	141	143	144
200	162	163	165	166	168
220	187	189	191	192	194
240	213	215	217	219	221
260	240	242	245	247	250
280	268	271	273	276	279
300	298	301	303	306	309

Tabelle 2.

h mm	a mm														
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
10	1,9														
20	3,2	5,3	5,6												
30	4,2	7,5	9,7	10,6	9,3										
40	4,9	9,1	12,5	14,9	16,2	15,8	13,1								
50	5,6	10,6	14,8	18,3	20,9	22,4	22,6	21,1	16,8						
50	6,2	11,8	16,8	21,1	24,7	27,4	29,2	29,9	29,1	26,4					
70	6,7	12,9	18,6	23,6	28,0	31,7	34,6	36,6	37,6	37,3	31,7				
80	7,2	13,9	20,2	25,9	31,0	35,4	39,2	42,2	44,5	45,7	44,8	37,0			
90	7,7	14,9	21,7	27,9	33,6	38,8	43,3	47,2	50,4	52,8	54,9	52,2	42,3		
100	8,1	15,8	23,1	29,9	36,2	42,0	47,1	51,7	55,7	59,0	63,4	64,0	59,7	47,5	
120	8,9	17,5	25,7	33,4	40,7	47,5	53,9	59,7	65,1	70,0	77,6	82,6	84,5	82,3	74,6
140	9,7	19,0	28,0	36,6	44,8	52,5	59,9	66,8	73,2	79,2	89,6	98,0	103,5	106,2	105,6
160	10,4	20,4	30,2	39,5	48,5	57,1	65,3	73,1	80,6	87,5	100,2	110,9	119,5	126,1	129,3
180	11,0	21,8	32,2	42,3	52,0	61,3	70,4	79,0	87,3	95,2	109,7	122,5	133,6	142,6	149,4
200	11,7	23,0	34,1	44,8	55,2	65,3	75,1	84,5	93,5	102,2	118,5	133,3	146,3	157,5	167,0
220	12,2	24,2	35,9	47,2	58,3	69,1	79,5	89,6	99,4	108,8	126,7	143,1	158,0	171,4	182,9
240	12,8	25,3	37,6	49,5	61,2	72,6	83,7	94,5	104,9	115,1	134,4	152,4	169,0	184,0	197,5
260	13,4	26,4	39,2	51,7	64,0	76,0	87,6	99,1	110,2	121,0	141,7	161,1	179,2	195,9	211,3
280	13,8	27,4	40,8	53,9	66,7	79,2	91,4	103,5	115,2	126,6	148,6	169,4	188,9	207,2	224,0
300	14,3	28,4	42,3	55,9	69,2	82,3	95,1	107,7	120,0	132,0	155,2	177,3	198,2	217,8	236,2

Tabelle 3.

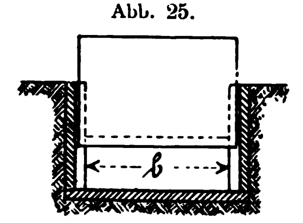
$h_1 - h_2$ mm	a mm														
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
10	2,0	4,1	6,1	8,2	10,2	12,3	14,3	16,4	18,4	20,5	24,6	28,7	32,7	36,8	40,9
20	2,9	5,8	8,7	11,6	14,5	17,4	20,2	23,1	26,0	28,9	34,7	40,5	46,3	52,1	57,8
30	3,5	7,1	10,6	14,2	17,7	21,2	24,8	28,3	31,9	35,4	42,5	49,6	56,6	63,7	70,8
40	4,1	8,2	12,3	16,4	20,4	24,5	28,6	32,7	36,8	40,9	49,1	57,3	65,4	73,6	81,8
50	4,6	9,1	13,7	18,3	22,8	27,4	32,0	36,6	41,1	45,7	54,8	64,0	73,1	82,3	91,4
60	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,1	35,1	40,1	45,1	50,1	60,1	70,1	80,2	90,2	100,2
70	5,4	10,8	16,2	21,6	27,0	32,5	37,9	43,3	48,7	54,1	64,9	75,7	86,6	97,4	108,2
80	5,8	11,6	17,4	23,2	28,9	34,7	40,5	46,3	52,1	57,9	69,5	81,1	92,6	104,2	115,8
90	6,1	12,3	18,4	24,6	30,7	36,8	43,0	49,1	55,3	61,4	73,7	86,0	98,2	110,5	122,8
100	6,5	12,9	19,4	25,9	32,3	38,8	45,3	51,8	58,2	64,7	77,6	90,6	103,5	116,5	129,4
120	7,1	14,2	21,3	28,4	35,4	42,5	49,6	56,7	63,8	70,9	85,1	99,3	113,4	127,6	134,7
140	7,7	15,3	23,0	30,6	38,3	46,0	53,6	61,3	68,9	76,6	91,9	107,2	122,6	137,9	153,2
160	8,2	16,4	24,6	32,8	40,9	49,1	57,3	65,5	73,7	81,9	98,3	114,7	131,0	147,4	163,8
180	8,7	17,4	26,0	34,7	43,4	52,1	60,8	69,4	78,1	86,8	104,2	121,5	138,9	156,2	173,6
200	9,2	18,3	27,4	36,6	45,7	54,9	64,0	73,2	82,3	91,5	109,8	128,1	146,4	164,7	183,0
220	9,6	19,2	28,8	38,4	48,0	57,6	67,2	76,8	86,4	96,0	115,2	134,4	153,6	172,8	192,0
240	10,0	20,1	30,1	40,1	50,1	60,2	70,2	80,2	90,3	100,3	120,4	140,4	160,5	180,5	200,6
260	10,4	20,9	31,3	41,7	52,2	62,6	73,1	83,5	94,0	104,4	125,3	146,2	167,0	187,9	208,8
280	10,8	21,7	32,5	43,3	54,2	65,0	75,8	86,6	97,5	108,3	130,0	151,6	173,3	194,9	216,6
300	11,2	22,4	33,6	44,8	56,0	67,3	78,5	89,7	100,9	112,1	134,5	156,9	179,4	201,8	224,2

berechnet und gibt die Wassermenge in sl für eine 1 m breite Schützenöffnung für den Fall, dass das gemessene Wasser ohne Rückstau abfließen kann. Tabelle 3 ist anzuwenden, wenn Stauwasser den austretenden Wasserstrahl bedeckt; sie wurde nach der Gleichung

$$Q = 0{,}462\, ab \sqrt{2\, g\left(h_1 - h_2\right)}$$

berechnet. Die Gerinnsohle muss bei diesen Weisbachschen Mündungen eben verlaufen, an den Seiten aber dürfen dünne Bretter befestigt sein, welche den Schützen oder Stelltafeln als Widerlager dienen.

Abb. 25.



In allen diesen Fällen, sowie bei den erwähnten Überfallmessungen sind die das Wasser anstauenden Kanten abzuschärfen, weil abgerundete Kanten falsche Werte ergeben würden. Die erwähnten Kanten sind nach der Abflussseite zu unter etwa 45° derart abzuschrägen, dass noch ein ebener Streifen von etwa 5 mm Breite stehen bleibt. Die Messung darf erst vorgegenommen werden, wenn der Beharrungszustand eingetreten ist d. h. wenn kein Schwanken im Oberwasserspiegel mehr zu bemerken ist. Bei fortlaufenden Messungen oder bei ständig benutzten Messstellen bringt man in gehöriger Entfernung oberhalb des Einsatzes oder auch oberhalb und unterhalb desselben feste Pegel an, an denen die Wasserhöhe jederzeit abgelesen werden kann.

Zur Bestimmung der von Rohrleitungen, Gerinnen und kleineren Bächen geführten Wassermenge kann man auch das von Professor Brauer (Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1892) empfohlene Messverfahren anwenden. Bei diesem Verfahren (Abb. 26) wird durch zwei verschieden weite aber gleich sorgfältig bearbeitete und ausgerundete Metallmundstücke oder Düsen, die sich am Boden eines und desselben Gefäßes befinden und daher stets gleichzeitig unter gleichem Drucke stehen, eine vorübergehende Teilung der Wassermenge herbeigeführt. Die engere Düse ergießt ihr Wasser in ein geeichtes Gefäß, aus dem es nach Bedarf, wenn es gemessen worden ist, wieder dem übrigen Wasser zugeführt werden kann. Die durchgeflossenen Wassermengen verhalten sich wie die Düsenquerschnitte. Ist z. B. der Querschnitt des weiten Mundstückes 50 mal größer als der der engen Düse, so ist auch die durch dasselbe geflossene Wassermenge 50 mal größer als die im Eichgefäße während derselben Zeit aufgefangene und gemessene Durchflussmenge der engeren Düse. Im großen Gefäße ist über den Düsen ein Sieb anzubringen, welches etwaige Unreinigkeiten zurückhält und zur Beruhigung des Wasserspiegels beiträgt.

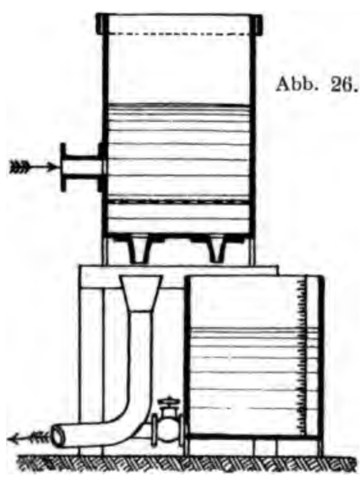


Abb. 26.

Zur Zumessung des Wassers an die einzelnen Verbrauchsstellen dienen besonders eingerichtete Wassermesser, von denen später noch zu sprechen sein wird.

Zweite Abteilung.

Die Gewinnung, Aufspeicherung und Verteilung des Wassers.

Zisternen.

In Gegenden, wo für den Verbrauch geeignetes Tagewasser nicht vorhanden ist und wo der Boden entweder gar kein oder doch kein brauchbares Grundwasser liefert, ist das Auffangen des Regenwassers in Zisternen das einfachste Mittel zur Wasserversorgung.

Diese Zisternen, welche sowohl das von den Dächern ablaufende, als auch das von gepflasterten Höfen oder Plätzen abfließende Regenwasser aufnehmen sollen, sind wasserdicht herzustellende Behälter, die so tief in den Erdboden zu versenken und so zu verwahren sind, dass weder die Sonnenwärme, noch der Frost in sie einzudringen vermag. Man legt sie deshalb gern an geschützten aber nicht dumpfigen Stellen an. Ihre Größe muss so bemessen werden, dass sie den für einige Monate nötigen Wasservorrat aufnehmen können. Der Fassungsraum einer einzelnen Zisterne beträgt gewöhnlich 10 bis 15 cbm.

Zu einer Zisternenanlage gehören im allgemeinen Auffangeflächen, Filteranlagen und Sammelbehälter. Da, wo es sich nicht um die Beschaffung von besonders reinem Wasser, also Trinkwasser, sondern nur um die Ansammlung von gewöhnlichem Brauchwasser handelt, kann man die Filteranlagen auch weglassen.

Als Auffangeflächen werden, wie schon angedeutet wurde, die Dachflächen der der Zisterne benachbarten Gebäude, sowie die dieselbe umgebenden Höfe und Plätze benutzt; diese jedoch nur, wenn sie gepflastert sind. Das beste Wasser liefern neben den Schieferdächern die gepflasterten Höfe. Einzelne Dacheindeckungen, wie Stroh, Holz und Dachpappe, sowie auch Blei, Kupfer und Zink verderben das Wasser und machen es für Genusszwecke unbrauchbar.

Bei Bestimmung der Größe der Auffangeflächen (Horizontalprojektion) kann man annehmen, dass etwa 70 Proz. der Regenmenge in die Zisternen gelangt und dass der Tagesbedarf für eine Person auf ungefähr 20 l zu veranschlagen ist. Bedeutet nun x die gesuchte Auffangfläche in qm, h die jährliche Regenhöhe in mm, n die Anzahl der mit Wasser zu versorgenden Leute, sowie

l den durchschnittlichen täglichen Wasserverbrauch in Litern für den Kopf, so muss sein:

$$0{,}7 \cdot h \cdot x = 365 \cdot n \cdot l$$

woraus folgt

$$x = \frac{365 \cdot n \cdot l}{3{,}7\,h} = 521{,}43 \frac{n \cdot l}{h} \text{ qm}$$

Die Filteranlagen haben, wie schon früher näher erläutert wurde, den Zweck, das durch dieselben sich bewegende Niederschlagswasser zu reinigen. Sie bestehen aus besonderen, meist neben dem Sammelbehälter angeordneten Räumen, die mit den sogenannten Filtermassen angefüllt sind (Abb. 27). Als Filtermassen werden bekanntlich Sand- und Kiesschichten von verschiedener Korngröße verwendet. Diese Schichten sind der Reihe nach von dem zu reinigenden Wasser zu durchströmen und zwar in der Weise, dass das Wasser in die Massen vom feinsten Korne eintritt und das Filter nach dem Durchströmen der gröbsten Massen, die ein Korn von etwa Haselnussgröße haben, wieder verlässt. Manchmal sind Filter und Sammelbehälter vereinigt (Abb. 28). Die Wasserentnahme erfolgt dann durch ein Rohr, welches bis nahe auf den Boden des Zisternenraumes herabreicht. Die Filter sind dann und wann zu reinigen. Hierbei werden die oben angesammelten Schlammschichten entfernt, die Filtermassen aber wenn nötig gewaschen oder unter Umständen gänzlich erneuert. Häufig werden auch noch besondere Klärkammern, Fangkästen, Senkschächte oder Schlammfänge angeordnet, in denen sich die vom Wasser mitgeführten gröbsten Unreinigkeiten absetzen können oder es werden Schutzgitter angebracht, welche dieselben zurückhalten. Es ist auch sehr empfehlenswert, außerdem noch Einrichtungen zu treffen (Klappen, Deckel) die es ermöglichen, dass das erste, schmutzige Wasser bei einem Regen überhaupt nicht in die Filteranlage und die Zisternen gelangen kann. Als Zuleitungsröhren, die das von den Dachflächen kommende Wasser den Zisternen zuführen nimmt man am besten glasierte Tonrohre; Metallrohre sind nicht zu empfehlen.

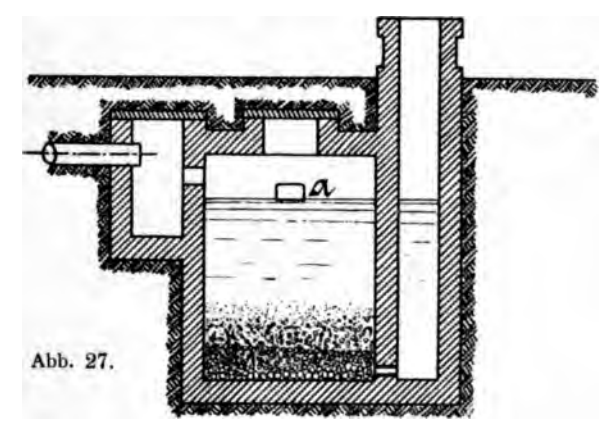


Abb. 27.

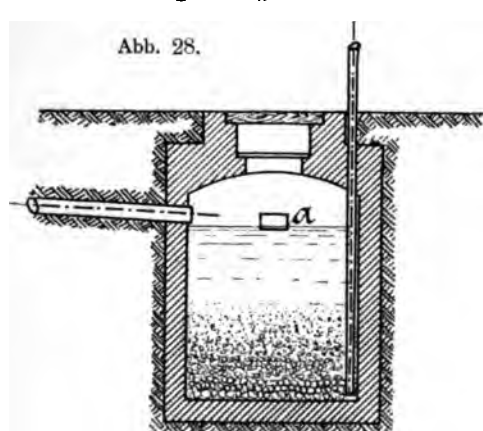


Abb. 28.

Der Sammelbehälter, in den das Wasser schließlich eintritt, ist gewöhnlich von kreisrundem oder rechteckigem Grundrisse und oben überwölbt.

Damit diese Sammelbehälter nicht überfüllt werden können, sieht man bei ihnen sehr häufig einen sogenannten Überlauf (a in Abb. 27 und 28) vor, welcher den Wasserstand sich nicht über eine bestimmte Höhe vergrößern lässt. Solche Überläufe können auch über den Filtermassen oder in den Klärkammern angebracht werden, was dann wesentlich zur Schonung der Filteranlagen beiträgt.

Eine eigentümliche Konstruktion zeigen die sogenannten venetianischen Zisternen, die als umgekehrte vierseitige Pyramidenstumpfe mit ebenen oder gekrümmten Seitenflächen oder als umgekehrte abgestumpfte Kegel aus Mauerwerk oder aus Zementgrobmörtel (Beton) hergestellt werden (vgl. die Abbildungen 29 und 30); doch kommen solche Zisternen auch mit senkrecht stehenden Umfassungswänden zur Ausführung.

Bei den Wänden aller Zisternen ist besonders auf Wasserdichtigkeit zu sehen und diese muss sowohl gegen das Durchsickern des Wassers von innen nach außen als auch gegen das Eindringen von Wasser von außen nach innen vorhanden sein. Vor allen Dingen ist darauf zu sehen, dass keine Risse in den Umfassungswänden entstehen und es ist deshalb besondere Vorsicht bei der Fundierung und bei der Ausführung des Mauerwerkes geboten. Die Innenseiten werden mit einem sehr sorgfältig herzustellenden, glatten Zementputz oder mit einem Belag von guten haltbaren Fliesen versehen und auch die Außenseite putzt man zweckmäßigerweise ab. Außerdem ist es ratsam, die ganze Zisterne von außen mit fettem Ton- oder Lehmschlag von etwa $^1/_2$ m Stärke zu umgeben. Auch die Oberfläche der im Filterbecken der venetianischen Zisternen befindlichen Sand- und Kiesmassen wird zweckmäßigerweise mit einer solchen wasserundurchlässigen Ton- oder Lehmschicht überdeckt oder doch wenigstens abgepflastert. Hie und da werden die Zisternen anstatt aus Mauerwerk oder Beton nur aus einem starken lehmigen Tonschlag hergestellt.

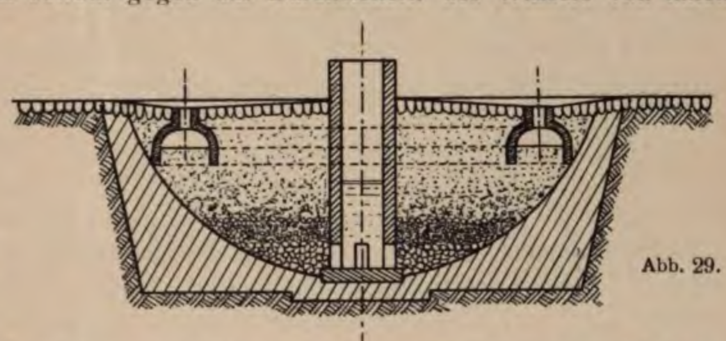


Abb. 29.

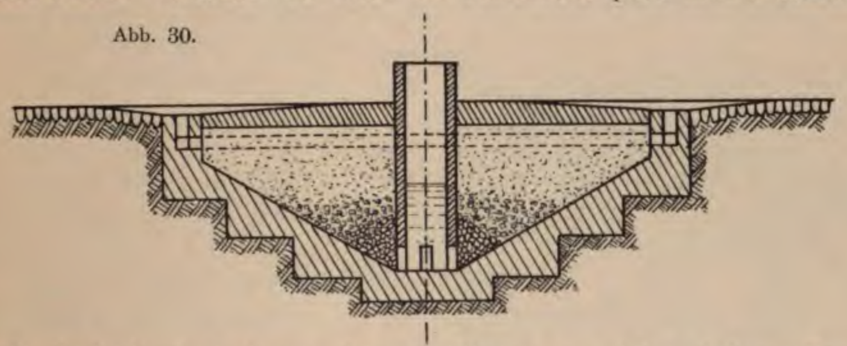


Abb. 30.

In der Mitte der venetianischen Zisternen befindet sich der von den Filtermassen umgebene ungefähr 0,75 m weite Sammelbehälter oder Sammel-

brunnen, welcher ebenfalls in wasserdichtem Mauerwerk oder Beton herzustellen ist, etwa 1 m über die Auffangfläche hervorragt und in seinem unteren Teile auf ungefähr 0,6 m Höhe mit Öffnungen versehen ist. Diese Öffnungen können bei Mauerwerk durch sogenannte Loch- oder Hohlsteine oder auch durch offene Mauerfugen hergestellt werden. Das Regenwasser dringt bei diesen Zisternen durch eine Anzahl Sturzlöcher in einen Klärraum, der mit der oberen Umfassung des Filterbeckens gleichgerichtet verläuft, tritt aus diesem durch passende Seitenöffnungen in das Filterbecken ein, durchsinkt die Filtermassen und gelangt schließlich durch die erwähnten offenen Fugen der Brunnenwand in den Sammelraum. Von hier aus kann es durch eine Pumpe, einen Eimer oder eine sonstige Schöpfvorrichtung für den Gebrauch entnommen werden. Der oberste Durchmesser oder die obere Seitenlänge des Filterbeckens beträgt bei diesen Zisternen 5 bis 10 m, die innere Tiefe unter der gepflasterten Auffangefläche 3 bis 4 m.

Das Wasser, welches gut angelegte und überwachte Zisternen liefern, unterscheidet sich durch nichts als durch seine geringere Härte von einem guten Quellwasser.

Quellfassungen.

Will man eine Quelle nutzbar machen, so muss man sie fassen. Die hierbei vorzunehmenden Arbeiten gestalten sich am einfachsten, wenn das Quellwasser von unten hervorbricht; denn dann braucht man die Quelle, nachdem die über ihr lagernden lockeren Bodenmassen entfernt worden sind, nur mit einem einfachen offenen Kasten zu umgeben, in welchem sich das Wasser ansammelt und aus dem es abgeleitet oder ausgeschöpft werden kann. Dieser Kasten wird bei ganz untergeordneten Anlagen hier und da aus Holz gemacht, indem man z. B. einfach ein Fass ohne Boden dazu nimmt. Die Benutzung von Holz ist jedoch nicht zu empfehlen, wenigstens dann nicht, wenn es sich um Wasser handelt, das zu Genusszwecken bestimmt ist, da das Holz einen zu günstigen Nährboden für Algen und allerhand andere kleine Lebewesen bildet. Am zweckmäßigsten ist es, die Umfassungswände des Quellraumes, der sogenannten Brunnenstube aus wasserdichtem Mauerwerk oder aus Beton herzustellen.

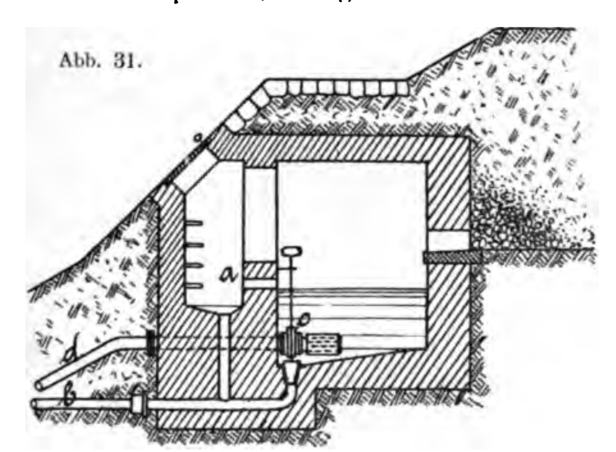


Abb. 31.

Kommt das Wasser der zu fassenden Quelle von der Seite heran, liegt also z. B. die Quelle an einem Abhange, so versieht man die an der Eintrittsstelle gelegene Umfassungswand der Brunnenstube mit Schlitzen, die mit Filtermassen hinterfüllt werden können (Abb. 31). Häufig wird in der Richtung der Quelle von der Brunnenstube aus ein Stollnort getrieben, um

das Gebirge und die Quelle noch besser aufzuschließen. Die Brunnenstube erhält manchmal zwei Abteilungen, von denen eine als Sand- oder Schlammfang dient, die andere aber als Sammelbehälter benutzt wird. Wenn das Wasser rein ist, kann dieser besondere Sandfang auch weggelassen werden; es ist jedoch zweckmäßig, auch hier eine Vertiefung in der Sohle der Brunnenstube anzulegen, in der sich der trotzdem in letztere eingedrungene Sand ansammeln kann. Die Quellen sind, wenn irgend möglich, auf einer undurchlässigen Schicht abzufangen, so dass die Brunnenstube entsprechend tief anzulegen ist. Die Brunnenstube ist in ihren Umfassungswänden und unter Umständen auch in der Sohle wasserdicht herzustellen, damit kein unreines Wasser, sogenanntes Wildwasser, von außen eindringen kann. Zweckmäßig ist es, die inneren Wandflächen mit einem glatten Zementputze zu versehen oder, noch besser, bis etwas über die Höhe des höchsten Wasserstandes mit glatten Fliesen zu belegen, an denen sich Algen usw. nur schwer festsetzen können. Außerdem ist die ganze Anlage sorgfältig zu überdecken, damit von oben kein Tagewasser hinein gelangen kann und damit das Wasser der Einwirkung von Wärme und Kälte entzogen ist und möglichst immer die gleiche Temperatur behält.

Die Brunnenstuben sind, damit sie dann und wann gereinigt und erforderlichenfalls auch ausgebessert werden können, zugänglich zu machen. Sie sind ferner mit Absperrungs- und Lüftungsvorrichtungen, sowie mit Überlauf- und Entleerungsleitungen zu versehen. Bei der in der Abbildung 31 dargestellten Brunnenstube findet eine Lüftung in genügender Weise durch die Tür statt; Überlaufsleitung a, Leerlauf b, Absperrung c und Entnahmeleitung d sind deutlich zu erkennen. Bemerkt werden mag noch, dass alle in der Brunnenstube etwa vorhandenen Eisenteile zur Verhütung des Rostens mit einem gut schützenden und dann und wann zu erneuerndem Anstriche versehen werden müssen.

Abb. 32.



Bei kleineren Quellfassungen, wie Abb. 32 eine zeigt, ist die Zugänglichkeit meist nicht vorhanden; diese Quellen müssen vielmehr aufgegraben werden, wenn sie in Unordnung geraten sind. Die Notwendigkeit einer solchen Aufgrabung wird aber nur äußerst selten auftreten. In der Abbildung ist die Entnahmeleitung mit einem Seiher versehen; die Lüftung erfolgt durch die Überlaufleitung a, die ins Freie führt und das Überlaufwasser in irgend einen natürlichen oder künstlichen Wasserlauf (Straßengraben) abgibt. Das Überlaufrohr muss an seiner Ausmündung mit einem Siebe oder einem Gitter versehen sein, damit kein Tier in die Brunnenstube gelangen kann. Letztere wird mit Steinplatten abgedeckt und ist mit einer Lehmschicht abzudichten und dann zu überfüllen. Diese Überfüllung sollte immer mindestens 1,5 m hoch ausgeführt werden. Es ist auch sehr zu empfehlen, die Umgebung der Quelle zur Verhütung von Verunreinigungen, der Bewirtschaftung zu entziehen. Das

Wasser mehrerer solcher Quellfassungen kann man auch in einen gemeinsamen Sammelbehälter leiten, der dann mit den vorhin genannten Einrichtungen zu versehen ist, während die Quellfassungen ihrer in diesem Falle entbehren können.

Ein Beispiel zeigen die Abbildungen 33 bis 35, welche Einrichtungen darstellen, wie sie bei der neuen Wasserleitung von Freiberg in Sachsen zur Ausführung gekommen sind*). Die Quellfassung (Abb. 33) geschah hier in der Weise, dass jede Quelle wenn möglich, bis zur Sohle der wasserführenden Schicht bloßgelegt wurde. Auf der Sohle führte man einen Einbau von lose geschichteten Ziegelsteinen, einen Quellkopf auf. Der Einbau wurde mit einer Filterschicht aus Klarschlag umgeben und mit einer Zementplatte abgedeckt. Über der Deckplatte befindet sich in der ganzen Breite der Baugrube eine starke Lehmschicht und auf dieser hat man dann die wieder aufgefüllten Bodenmassen festgestampft und eingeebnet, so dass die Lage der

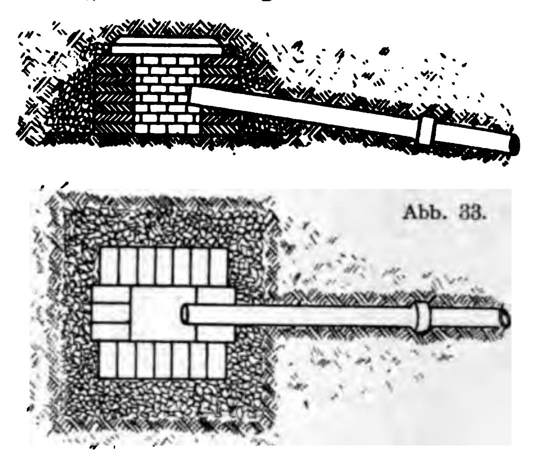
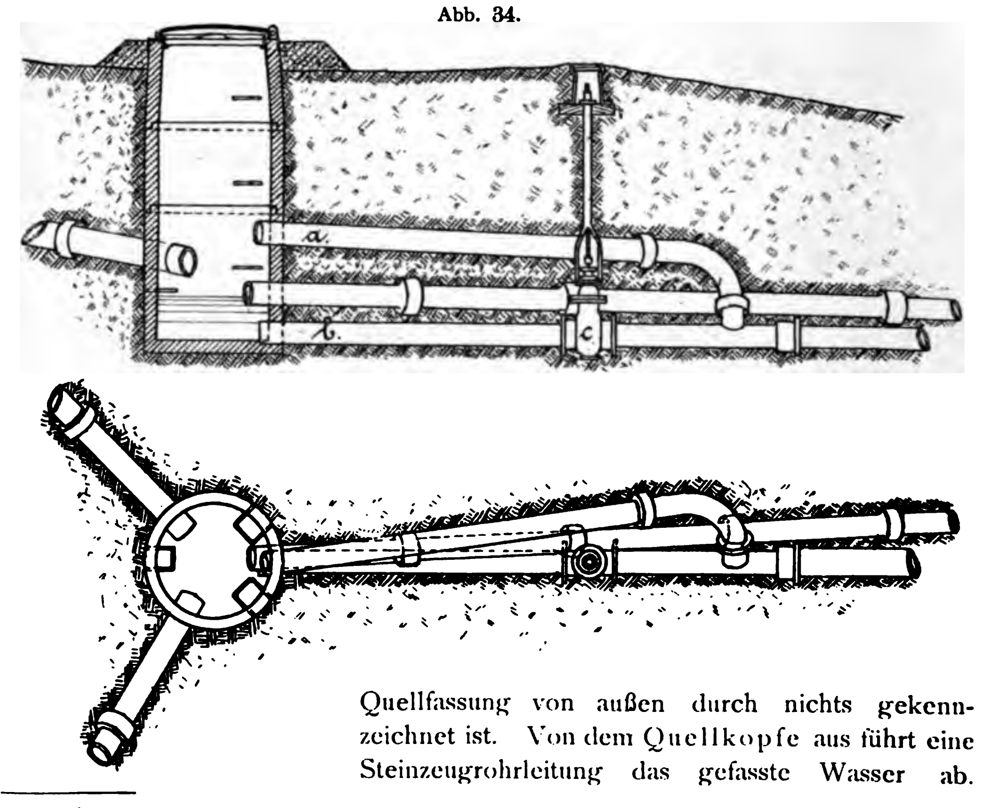


Abb. 33.

Abb. 34.



Quellfassung von außen durch nichts gekennzeichnet ist. Von dem Quellkopfe aus führt eine Steinzeugrohrleitung das gefasste Wasser ab.

*) Bericht über die Verwaltung usw. der Stadt Freiberg auf die Jahre 1903 und 1904.

Mehrere derartige Quellenableitungen sind in einen Sammelschrot zusammengeführt. Dieser Sammelschrot (Abb. 34) ist aus einzelnen Zementtrommeln zusammengesetzt und oben durch zwei Deckel, einen inneren aus verzinktem Eisenblech und einen äußeren, verschließbaren, aus Gusseisen abgedeckt. Der Schrot ist mit einem Überlaufrohr a versehen, welches eine Überlastung des Schrotes und einen etwaigen Rückstau in die Quellköpfe verhindert. Das Überlaufrohr mündet in das Entleerungsrohr b, welches seinerseits durch Absperrschieber c abgeschlossen werden kann. Das Rohr b enthält weiter unten noch einen besonderen Wasser- und Geruchsverschluss, einen sogenannten Siphon (Abb. 35) der das Eindringen kleiner Tiere und schlechter Luft in den Sammelschrot verhindert.

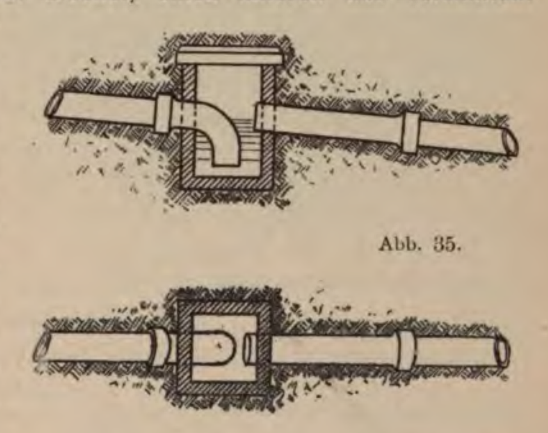


Abb. 35.

Fassung des Grundwassers durch Sammmelkanäle, Sammelrohre usw.

Da, wo die Sohle der wasserführenden Bodenschicht oder des Grundwasserträgers sich in nicht zu großer Tiefe unter der Tagesoberfläche befindet, kann man das Grundwasser in vielen Fällen durch Sammelkanäle und Sammelröhren fassen. Auch der am Schlusse des vorigen Abschnittes besprochenen Quellköpfe kann man sich hierzu bedienen. Die Sammelkanäle werden als offene Gräben oder als unterirdische Strecken ausgeführt. Die offenen Sammelgräben sind im allgemeinen von keiner besonderen Wichtigkeit; sie spielen aber doch in manchen Gegenden selbst für die Trinkwasserversorgung eine nicht unbedeutende Rolle, trotzdem das sich in ihnen sammelnde Wasser in sehr hohem Maße der Verunreinigung und der wechselnden Einwirkung von Wärme und Kälte ausgesetzt ist. Für die Zwecke dieses Buches braucht auf diese Gräben nicht näher eingegangen zu werden. Von größerer Bedeutung als die offenen Gräben sind die unterirdischen Sammelkanäle. Diese Kanäle werden entweder aus Mauerwerk von natürlichen Steinen oder Backsteinen in Zementmörtel oder aus Stampfbeton hergestellt und erhalten eine ebene oder muldenförmige Sohle, zwei mehr oder weniger senkrechte Seitenwände und eine gewölbte Decke (Abb. 36). Mitunter erhält der Querschnitt eines solchen Kanales so große Abmessungen, dass er bequem

Abb. 36.



begangen werden kann. Der Eintritt des Grundwassers findet durch offen gelassene Stoßfugen in den Wangenmauern statt. Diese Sickerfugen werden häufig nur an der Bergseite des Kanales, d. h. an der Seite, von wo das Wasser herkommt, ausgespart. Die äußeren Wände der Kanäle werden bis über die oberste Sickerfugenreihe mit Steinschlag hinterfüllt, auf den sodann Kies und grober Sand, nach Bedarf auch wohl feiner Sand, sodann Lehm, Erde und Rasen folgt.

Viel häufiger als Sammelkanäle werden in neuerer Zeit Sammelrohre angewendet. Diese Sammelrohre sind oben und an den Seiten, manchmal aber auch rundum mit Sickeröffnungen, d. h. mit runden Löchern oder länglichen Schlitzen versehen, durch welche das Grundwasser eindringt. Sie können aus Eisen, Zement oder hartgebranntem Ton, sogenanntem Steinzeug, hergestellt werden. Bevor man sich für den einen oder den anderen Stoff entscheidet, sollte man sich, wenn irgend möglich, über die Eigenschaften des aufzufangenden Grundwassers genau unterrichten. Weiches Wasser mit freier Kohlensäure und Sauerstoff greift Eisen- und Zementrohre gewöhnlich außerordentlich stark an. Die Löcher oder Schlitze in der Wandung der Sammelrohre müssen so weit sein, dass die Gefahr einer Verstopfung durch Rost oder durch Sintermassen ausgeschlossen ist; man gibt ihnen deshalb einen lichten Durchmesser von mindestens 8 mm und macht sie auf der Innenseite der Rohre etwas weiter als an der Außenseite. Auch die Gesamtgröße der Sickeröffnungen muss so bemessen werden, dass die Geschwindigkeit des in das Rohr eindringenden Wassers nicht zu groß wird und in der Nähe des Rohres etwa vorhandene feinere Bodenbestandteile aufrührt und in das Rohr mitnimmt. Als zweckmäßigste Geschwindigkeit sieht man 3 bis 5 mm sec an, wonach sich die Gesamtfläche der Sickeröffnungen bestimmen läßt. Ferner nimmt man an, dass für je 3 bis 4 Sekundenliter Wasserzugang d. h. etwa 10 bis 14 cbm in der Stunde, in der Sammelrohrleitung im Ganzen mindestens 1 qm Öffnungsquerschnitt vorhanden sein muss. Den lichten Querschnitt der in einer Sammelleitung liegenden Sickerrohre und vollwandigen Rohre bemisst man häufig so, dass er von der mittleren Wassermenge zu etwa einem Drittel oder zur Hälfte ausgefüllt wird. Das Gefälle, mit dem die Sammelleitungen verlegt werden, richtet sich natürlicherweise ganz nach den jeweiligen örtlichen Verhältnissen und ist bei einer und derselben Anlage oft sehr verschieden.

Abb. 37.



Die Sammelrohre werden auf die Sohle eines entsprechend tief ausgeworfenen Grabens gelegt und müssen oben und an den Seiten mit einer schützenden und zugleich als Filter wirkenden Hülle von Steinschlag oder gewaschenem und gesiebtem Kiese umgeben werden, dessen Korngröße, wie bei den Filterschichten der Zisternen, von innen nach außen abnimmt (Abb. 37). Unmittelbar an die Rohre kommt also die gröbste Schicht von haselnussgroßen Kieskörnern. Diese Überschüttung der Rohre erfolgt bei größeren Anlagen bis zur Höhe des höchsten Grundwasserspiegels und wird dann, zur Abhaltung von Unreinigkeiten, noch mit einer

30 bis 50 cm starken Lehmlage abgedeckt, auf welche dann schließlich das ursprüngliche Erdreich wieder aufgebracht und eingestampft wird, wie dies auch bei den besprochenen Sammelkanälen geschah. Bei kleineren Anlagen werden die Sammel- oder Sickerrohre meist nur mit einer Filterschicht aus Kleinschlag 30 bis 50 cm hoch überschüttet oder umgeben (Abb. 38), auf welche eine schützende Lehmdecke von 15 bis 20 cm Stärke aufgebracht wird. Der übrige Teil des Grabens oder der Baugrube wird dann, wie im vorigen Falle, bis zur Erdoberfläche mit Erde verfüllt.

Am oberen Ende wird die Sammelleitung durch eine senkrecht stehende Wand verschlossen, damit kein Sand in dieselbe gelangen kann. Trotzdem sind aber Sandeinschleppungen nie ganz zu vermeiden und es empfiehlt sich deshalb, in Entfernungen von 50 bis 100 m besteigbare Schächte oder Schrote mit vertiefter Sohle, wie Abb. 34 im vorigen Kapitel zeigte, in die Sammelleitung einzuschalten, in denen sich der vom Wasser mitgeführte Sand absetzen und ansammeln kann und aus denen er leicht zu entfernen ist. Auch empfiehlt es sich, bei jedem Gefäll- und Richtungwechsel, sowie da, wo eine Änderung in der Weite der Sammelrohre stattfindet, ähnliche Aufsichtschrote einzubauen, die sich von den besprochenen Sammelschroten nur durch das Fehlen der Leer- und Überlaufleitung unterscheiden (Abb. 39). Auch an seinem unteren Ende mündet das Sammelrohr schließlich in einen solchen oder ähnlichen Sammelschrot ein. Das letzte Stück einer Sammelleitung, manchmal auch ein Stück von größerer Länge, wird gewöhnlich als allseitig geschlossenes Rohr ohne Sickeröffnungen ausgeführt. Die Abb. 40 zeigt den sogenannten Hauptsammelschacht der schon genannten Freiberger Wasserleitung. In denselben tritt das Wasser durch das Trompetenrohr a ein; dann wird es in dem Raume b durch den sich anschließenden Überfall c und einen selbstaufzeichnenden Wassermengenmesser d fortlaufend gemessen und schließlich bei e in die Druckleitung entlassen, welche es nach dem Hochbehälter führt. Um das beim Austritte aus dem Trompetenrohre stark bewegte Wasser

Abb. 38.

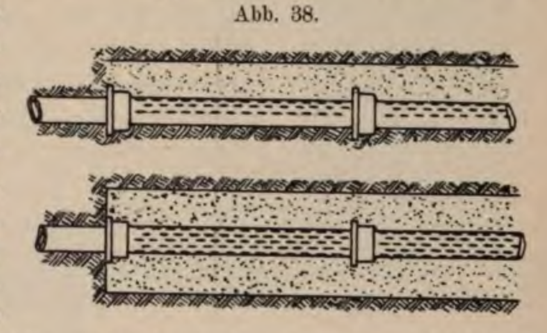
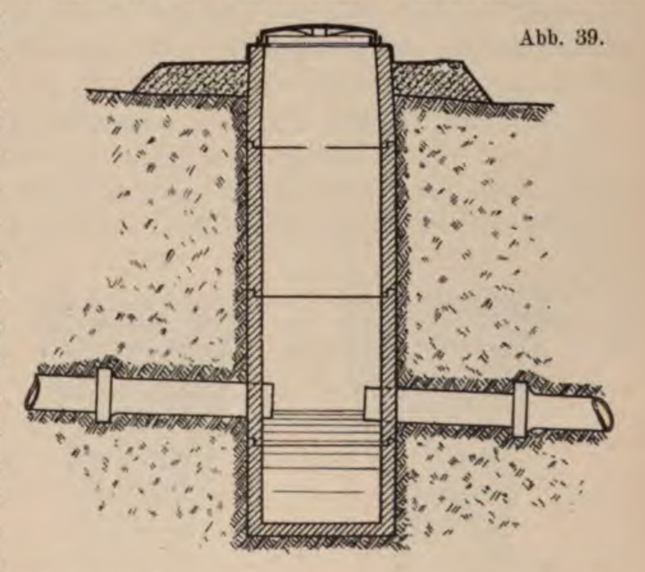


Abb. 39.



zu beruhigen und möglichst gleichmäßig in den Messraum zu bringen, sind zwei feinmaschige Metallsiebe f eingebaut, welche das Wasser zu durchströmen hat. Diese Siebe halten nebenbei auch noch etwa bis hierher mitgeschwemmten Sand zurück. Falls die Sammelleitungen dem Hauptsammelschachte einmal mehr Wasser zuführen, als die erwähnte Druckleitung abführen kann, so tritt der Überlauf g in Tätigkeit.

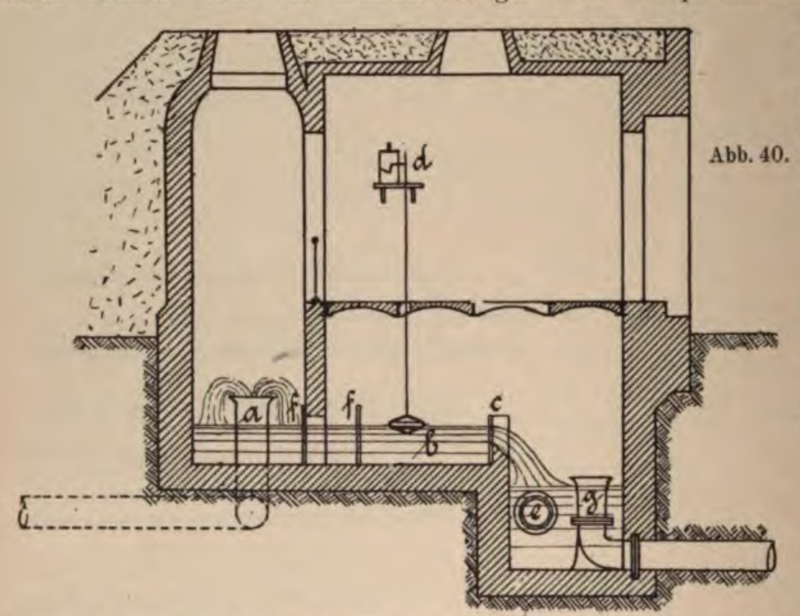


Abb. 40.

Das Schachtgebäude ist aus Beton gestampft und innen mit weißen Fliesen belegt.

Eine Sammelrohrleitung besteht, wie schon angedeutet wurde, aus Sickerrohren und vollwandigen Rohren, die je nach der Örtlichkeit und dem Wasserreichtum des Grundwasserträgers auf die ganze Leitung verteilt sind. Am unteren Ende einer Sickerrohrabteilung kann man, wenn der Grundwasserstrom nicht rechtwinklig durchschnitten wird, einen Lehmdamm anbringen, der die ganze Breite des Rohrgrabens absperrt und das Wasser zwingt, in die Rohrleitung einzutreten.

In manchen Fällen kann man auch einfache Sickerungen, sowie Dränleitungen zur Gewinnung des Grundwassers benutzen. Die Abbildungen 41 bis 44 zeigen die Querschnitte einiger solcher Sickerungen oder Sickergräben. Abb. 41 ist der Durchschnitt einer Anlage, die man in Gegenden benutzen

Abb. 41



Abb. 42.



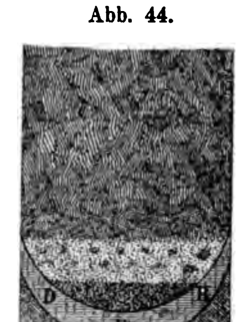
Abb. 43.



kann, in denen gute natürliche Steine vorhanden sind. Da, wo es an solchen fehlt, kann man nach Abb. 42 auch gutgebrannte Backsteine verwenden. In

Gegenden, in denen der Boden nichts als abgeriebene Kieselsteine oder Sandschichten darbietet, kann man nach Abb. 43 und 44 verfahren. Die Schichten A B C und D E H in den beiden letzten Abbildungen bezeichnen Tonschichten von 10 bis 15 cm Dicke, welche in der Gestalt von Schalen oder Mulden die Sohle der Graben bilden und entweder aus Steinen lose zusammengesetzte Kanäle oder auch nur einige Schichten groben Kieses tragen, in denen sich das angesammelte Wasser fortbewegt. Die letztere Ausführungsweise, bei der, wie auch bei den übrigen, der Graben ganz mit Sand ausgefüllt werden kann, bildet gewissermaßen den Übergang von den besprochenen Sammelkanälen zu den ebenfalls schon erwähnten Sammelgräben. Am unteren Ende der Sammel- und Sickergräben kann man ebenfalls eine Brunnenstube oder einen Sammelschacht einrichten. Soll Wasser durch eine Dränleitung gewonnen werden, so stellt man auf der Sohle eines Grabens einen regelrechten Dränzug her, indem man die einzelnen Dränrohre mit geringem Zwischenraum stumpf aneinander reiht. Der Dränzug wird mit durchlässigem, reinem Materiale überdeckt und gegen den Zudrang von unreinem Wasser in der schon mehrfach erwähnten Weise gesichert.

Abb. 44.



Die Gewinnung des Wassers durch Brunnen.

Am häufigsten werden zur Wassergewinnung Brunnen angelegt. Ein solcher Brunnen ist ein seigerer (senkrechter) Schacht, der bis unter den tiefsten Grundwasserstand hinabreicht und dem das Wasser in seinem unteren Teile durch die Sohle oder die Umfassungswände oder durch beides zusitzt.

Auch die schon besprochenen Zisternen kann man in gewissem Sinne hierher rechnen und ebenso jene Brunnenschächte, denen das Wasser aus benachbarten offenen Gewässern zuströmt. Nach der Herstellungsweise unterscheidet man gegrabene und gebohrte Brunnen.

Brunnen in Form von gefassten Quellen, gegrabenen oder Ziehbrunnen waren im Altertum hoch geschätzt. Als Zisternen waren sie besonders im Morgenlande gebräuchlich, denn die nomadischen Völker mussten in Anbetracht ihrer Herden darauf bedacht sein, das hier und da vorkommende Quellwasser ebenso wie das Regenwasser zu sammeln. Nach Strabo hatten die alten Ägypter tief ausgegrabene und gemauerte Brunnen, von denen der zu Elephantine mit dem Nil in Verbindung stand und durch einen an der Mauer angebrachten Maßstab das Steigen und Fallen dieses Flusses anzeigte.

An Brunnen wurden Kriegslager und feste Wohnplätze aufgeschlagen und derartige Brunnen spielen noch heute im Oriente eine wichtige Rolle für den Verkehr.

Während die Griechen früher wohl nur zutage tretende Quellen und Zisternen kannten, hatte später jede größere Stadt wenigstens einen Brunnen, welcher besonders geschmückt und einer bestimmten Gottheit geweiht war. In Rom behalf man sich lange Zeit mit Tiber- und Quellwasser, bis durch groß-

artige Wasserleitungen das Wasser nach den Zisternen, Springbrunnen und in die Häuser geführt werden konnte. Ziehbrunnen waren den Römern ebenfalls bekannt und wie die Griechen verehrten auch sie bei Brunnen, namentlich Gesundbrunnen, Gottheiten.

Die Völker in Germanien, Gallien und Britannien waren bei ihrem Reichtum an Quellen weniger auf das Graben von Brunnen als auf das Benutzen und Erhalten der natürlichen Quellen angewiesen, und es beziehen sich die vielen deutschen Ortsnamen mit Brunn auf Quellen, die mit besonderer Stärke hervordrangen oder sich durch ihre anderen Eigenschaften besonders auszeichneten. Die Kunst des Brunnengrabens wurde erst auf eine hohe Stufe der Vollkommenheit gebracht, nachdem die Städtebefestigungen und Burgen zu bedeutenderen Brunnenbauten Veranlassung gegeben hatten.

Wer den ersten Erdbohrer benutzte, wird wohl unentschieden bleiben; es ist aber außer Zweifel, dass die gebohrten Brunnen schon den Ägyptern bekannt waren, welche sich ihrer zum Bewässern ihrer Oasen bedienten. Auch in China sind die gebohrten Brunnen schon in den frühesten Zeiten bekannt gewesen. In Frankreich dürfte etwa 1100 n. Chr. in einem Kloster der ehemaligen Grafschaft Artois (Dep. Pas de Calais) der erste Brunnen gebohrt worden sein, von welchem, wie schon früher bemerkt wurde, der Name „artesische" Brunnen herrührt.

Mehrfache Ausführungen in Frankreich, England, Russland, Deutschland etc. sind zwar seit etwa zwei Jahrhunderten bekannt, aber die bedeutendsten Tiefbohrungen blieben doch erst der neueren Zeit vorbehalten.

Einer der berühmtesten artesischen Brunnen war seiner Zeit der von Grenelle bei Paris, der eine Tiefe von 560 m hat und Wasser von 24^{0} Wärme liefert.

In Württemberg (Cannstadt) wurde 1777 die erste Bohrung nach Solquellen unternommen.

Die Rohr- oder Rammbrunnen, bei welchen durch Einrammen eiserner Röhren ohne weiteres der Brunnenschacht hergestellt wird, sollen zu Anfang des vorigen Jahrhunderts von einem Deutschen erfunden worden sein. Nach einem Amerikaner, der sich um ihre Vervollkommnung verdient gemacht hat, nennt man sie jedoch Nortonbrunnen und nach ihrer häufigen Anwendung im Kriege Englands gegen Abessinien bezeichnet man sie wohl auch als Abessinierbrunnen; ihre Anwendung setzt leicht durchdringbare Erdschichten voraus. —

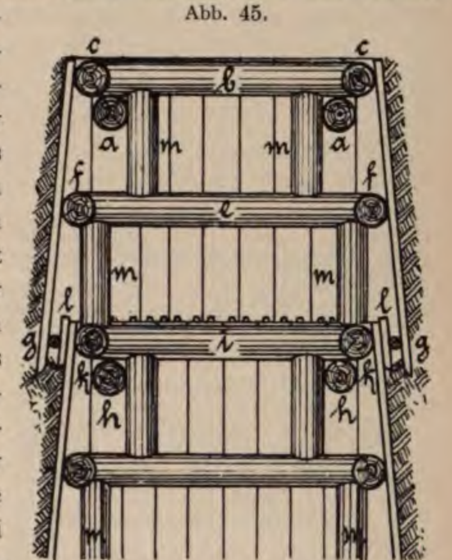
Gegrabene Brunnen.

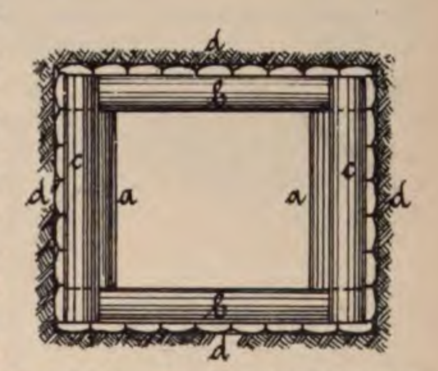
Fast jeder Brunnenschacht muss durch eine Einfassung, einen sogenannten Brunnenmantel, vor dem Zusammenbruch geschützt werden. Dieser Brunnenmantel kann aus Holz, Stein oder Eisen bestehen. Hölzerne Einfassungen sind am wenigsten zu empfehlen, da sich an ihnen in der Höhe des stets mehr oder weniger wechselnden Wasserspiegels Algen, Pilze und andere kleine Lebewesen ansetzen können, die das Wasser für Genusszwecke untauglich machen. In einzelnen Gegenden sind daher die hölzernen Brunnenmäntel, wenigstens für Trink-

brunnen polizeilich verboten. Trotzdem müssen wir sie hier besprechen, da sie für nur vorübergehend in Betrieb zu nehmende Brunnen und für Brunnen, die ausschließlich gewerblichen Zwecken dienen sollen, auch jetzt noch häufig sehr wohl benutzbar sind.

Tritt die Quelle hinreichend stark bis an die Erdoberfläche heran, so genügt es, eine vierseitige oder runde Vertiefung von einer solchen Größe auszugraben, dass man aus derselben gehörig schöpfen kann. Sie wird mit einem hölzernen Rahmen ohne Boden, von starken Pfosten oder auch von vierkantigem Holze, einen Schrot- oder Brunnenkasten, ausgefüttert, in dessen einer Wand oben ein Einschnitt angebracht ist, um dem Wasser Abfluss zu gewähren. Die Sohle kann mit einer Schicht Kiessand überschüttet werden, um das Wasser rein zu erhalten. Sowohl um dem Hinterspülen der Kastenwände, als auch dem Versickern der Brunnenwasser in lockerem, endlich um dem Zudrange der unreinen Wasser aus moorigem Boden vorzubeugen, ist es zweckmäßig, den Kasten außen mit Letten zu umrammeln. Tiefere Brunnen in festem Gesteine werden bergmännisch, nach Art der Schächte, mit rundem, ovalem oder rechteckigem Querschnitte abgeteuft. In aufgeschwemmtem, lockerem Gebirge, welches nicht für sich steht, wird der Brunnen länglich-viereckig niedergegraben und gleichzeitig in den Wänden mit Getriebe- oder Schrotzimmerung verwahrt. Hierzu wird wie Abb. 45 zeigt, in der Rasensohle auf zwei mit starken Fußpfählen (Pfostenstücken) an die Wände angetriebene Tragestempel a, a ein erstes Haupt- oder Ansteckgeviere, aus zwei langen und zwei kurzen Stempeln, Jöchern b und Kappen c bestehend, gelegt. Hinter dieses steckt man ringsherum 2 m lange Pfähle d aus gesäumten Brettschwarten oder auch aus Pfosten an und treibt diese Ansteckfpähle nach und nach mit dem Abteufen fortgehend weiter. In einer Tiefe von etwa 1 m unter dem ersten wird ein zweites Geviere, Helfergeviere, e f von schwächerem Holze und von so viel mehr Länge und Weite gelegt, dass es die Pfähle 6 bis 8 cm aus der Lotlinie in das Gebirge hinausweist. Das Geviere wird einstweilen mit Ketten oder Klammern an das Hauptgeviere gehängt. Nach abermals 1 m, d. i. in 2 m Tiefe unter dem ersten Geviere, wird ringsherum eine aus 10 bis 12 cm starkem Holze bestehende sogenannte Pfändung g gelegt, welche die Pfahlenden 12 bis 15 cm aus der Lotlinie hinaushält. Vor dieselbe wird lot-

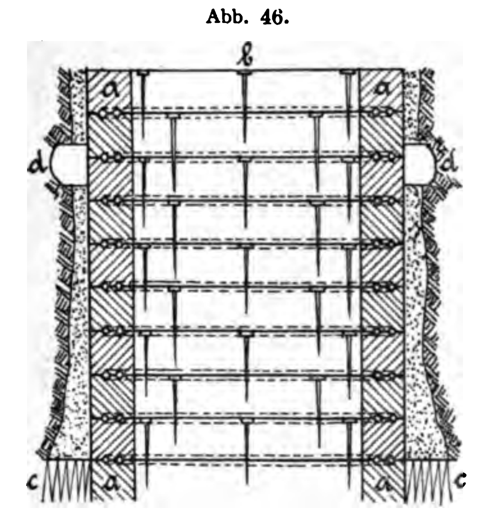
Abb. 45.

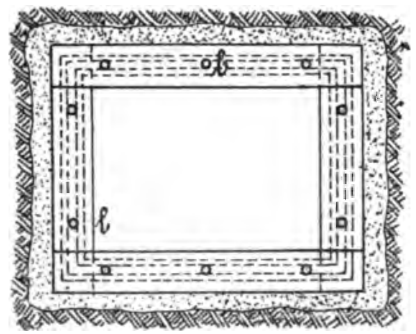




recht unter jenem ersten Hauptgeviere auf zwei Tragestempel h h ein zweites Ansteckgeviere i angebracht. Zwischen diesem und der Pfändung treibt man wie vorher neue Pfähle ein und fährt in dieser Weise fort. Ist auch dieses zweite Geviere völlig hergestellt, so werden zwischen die Pfahlköpfe und die Pfändung noch Pfändekeile l eingetrieben. Den Fuß dieser ganzen Auszimmerung setzt man auf zwei starke Tragestempel, worauf die oberen Tragestempel wieder weggenommen werden können. Während des Abtreibens endlich setzt man zwischen die einzelnen Geviere kurze Bolzen m m und erhält so eine sogenannte Bolzenschrotzimmerung. Während des Abtreibens wird wohl auch noch unter dem Hilfs- und über dem zweiten Ansteckgeviere vorläufig ein zweites Hilfsgeviere eingebaut, um den Pfählen die gehörige Richtung zu geben, später aber wieder weggenommen. Nadelholz wird unbeschlagen verwendet; die Jöcher und Kappen jedes Gevieres werden dabei mit der halben Stärke aufeinander geblattet. Laubholz wird vierkantig beschlagen und ebenso wie jenes oder mit Zapfen verbunden.

Abb. 46.

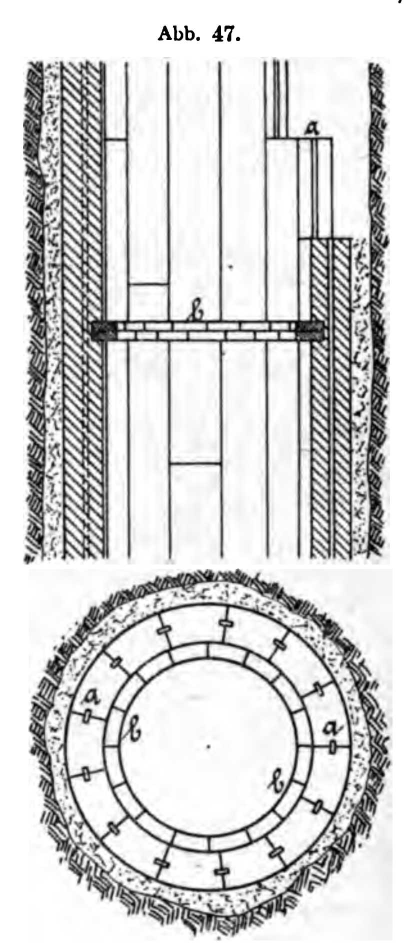




Wasserdichte Zimmerung ist bei Brunnen erforderlich, bei denen man sowohl ein Versickern des Wassers in das Gebirge, als auch ein Zudringen fremder Wasser verhüten will. Sie kommt daher namentlich bei Solbrunnen, außerdem auch bei Brunnen in Anwendung, welche durch Moorschichten abgesunken sind, in der Nähe von Sümpfen, Düngergruben, usf.; sie ist entweder ganze Schrot- oder Tonnenzimmerung. Bei beiden muss der Brunnen zuerst bis auf eine wasserdichte Schicht niedergebracht und nötigenfalls in verlorene Zimmerung gesetzt werden, in welche sodann die wasserdichte Zimmerung eingebaut werden kann. Ganze Schrotzimmerung zeigt Abb. 46. Die Geviere werden aus 25 bis 30 cm starken, vierkantig behauenen, in den Ecken zusammengezapften Balken hergestellt und von der Sohle an mit ihren glatt abgehobelten und genau zusammengefügten Flächen eines auf das andere gelegt, so dass die inneren Seiten scharfbündig sind. Zwischen je zwei Geviere legt man ferner zwei ringsum laufende hölzerne Federn oder Spünde a a hintereinander, welche mit der einen diagonalen Hälfte des Querschnittes in das obere, mit der anderen in das untere Geviere fallen, in den Ecken aber stumpf zusammengestoßen sind. Endlich wird jedes Geviere mit dem nächst unteren durch starke eiserne Nägel b b mit versenkten und ver-

deckten Köpfen verbunden und zwischen jede Fuge noch doppelter Flanell oder Leinwand, beide in Teer getränkt, eingelegt. Der freie Raum zwischen dem untersten oder dem nächsten Geviere an einer wasserdichten Schicht und der Wand wird mit Holzkeilen c c fest verspreizt und darüber mit einem Gemenge von heißgemachtem Teer, Pech und einem dünnen Brei von Kalkmehl ausgegossen oder auch wohl nur mit Ton und Letten ausgeschlagen. Liegt die wasserdichte Schicht oder Lettenlage noch über dem Boden des Brunnens, so setzt man die ganze Zimmerung auf starke Tragestempel auf. Da, wo der stärkste Wasserzudrang stattfindet, wird ringsherum im Gebirge ein Gequele d gehauen und offen gelassen, in der Zimmerung aber eine mit einem Spunde oder Hahne verschließbare Öffnung angebracht, durch welche man das sich hinter der Zimmerung sammelnde Wasser von Zeit zu Zeit ablassen kann. — Tonnenzimmerung, Abb. 47, kann da zweckmäßig sein, wo ein starker Gebirgsdruck stattfindet. Auf zwei starke, über die Sohle gelegte Tragstempel wird ein hohler Zylinder von der dem Brunnen zu gebenden lichten Weite aufgesetzt und aus 25 bis 30 cm starken, 40 bis 45 cm breiten, 5 bis 8 m langen, fassdaubenartig geformten Hölzern zusammengearbeitet, deren Längenfugen auch wohl noch durch eingetriebene Spünde oder Federn a, a geschlossen werden. Die Wechsel, in welchen die einzelnen Hölzer der Höhe nach aufeinander stoßen, dürfen nicht ringsherum in eine Horizontalebene fallen, sondern müssen gegeneinander stufenweise versetzt werden. Innen werden von Zeit zu Zeit starke Kränze b, b angebracht, um den Widerstand nach außen noch zu verstärken. Der hinter der Zimmerung bleibende Raum ist, soweit möglich, mit Gerölle auszustürzen, oder mit Letten auszuschlagen, um einen guten Verschluss und überall gleichen Druck zu bewirken.

Abb. 47.



Das dauerhafteste Holz unter Wasser ist Eichenholz, sodann Buchen-, Ulmen- sowie Föhren- und Lärchenholz. Bei dem Eichenholze ist jedoch zu berücksichtigen, dass dasselbe anfangs dem Wasser einen Lohgeschmack erteilt und es für manchen Gebrauch ungeeignet macht, bis es völlig ausgelaugt ist.

Wenn der Brunnenschacht eine gewisse Tiefe erreicht hat, ist das Herausschaffen der Erde und Steine mit der Schaufel nicht mehr möglich; man stellt dann auf vorher festgelegte Schwellen einen Haspel von der Anordnung der Abb. 48, auf, und wendet auch wohl ein Seil mit zwei Eimern an.

Auch die während des Schachtbaues herausquellenden Wasser werden bei nicht zu großer Tiefe noch mit dieser Eimerförderung bewältigt; besser ist es jedoch, eine kleine transportable Pumpe in irgend einer Weise außerhalb des Schachtes anzubringen, deren Saugeschlauch mit zunehmender Tiefe verlängert wird.

Besser und dauerhafter ist es, die Brunnen auszumauern. Die Herstellung dieser Mauerung kann entweder von unten herauf bewirkt werden, nachdem der Brunnen auf die verlangte Tiefe vorher ausgeschachtet wurde, oder von oben nach unten, gleichzeitig mit der Absinkung des Brunnens.

Bei der Mauerung von unten nach oben ist die Ausschachtung etwas größer auszuführen als der Brunnenkessel äußeren Durchmesser erhalten soll, um mit einer dem Erdreich entsprechenden Böschung nach der Tiefe arbeiten zu können. Wenn dies allein noch nicht genügt, so ist eine vorläufige Auszimmerung des Schachtes vorzunehmen, welche das Herabstürzen von Bodenmassen verhindert. Hat der Brunnen bei der erforderlichen Tiefe eine feste tragfähige Sohle, so wird unmittelbar auf diese gemauert, anderenfalls auf einen liegenden Rost oder einen Kranz aus einer doppelten Lage von Pfosten oder Bohlen. Der gewöhnliche horizontale Querschnitt der gemauerten Brunnenkessel ist ein Kreis, zuweilen ein Oval, selten wird ein Quadrat oder ein Rechteck angewendet.

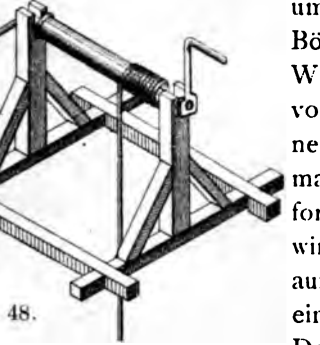


Abb. 48.

Die je nach der Brunnentiefe 30 bis 45, höchstens 60 cm starke Mauerung wird zuweilen trocken von Bruchsteinen, deren Fugen manchmal noch mit Moos ausgefüllt werden, besser und dauerhafter aber mit Wassermörtel aus Bruch-, Sand- oder Ziegelsteinen aufgeführt, welch letztere jedoch ganz hart gebrannte Klinker sein müssen. Ziegelsteine sind am besten nach der dem Brunnenkessel zu gebenden Rundung als Keilziegel zu sogenannten Brunnensteinen zu formen. Quader werden ebenfalls zu Wölbsteinen behauen, Bruchsteine aber seltener.

Das erwähnte Trockenmauerwerk ist in den oberen Schichten des Brunnenmantels jedenfalls zu vermeiden, um das Durchsickern von unreinem Wasser in das Brunneninnere zu verhindern. Zweckmäßig ist es deshalb auch, den oberen Teil des Brunnens mit einem Tonschlage von gehöriger Tiefe zu umgeben, sowie den Brunnenmantel etwas über die Bodenoberfläche hervorragen zu lassen und die letztere in der Nähe des Brunnens abzupflastern. Die Ausfüllung der Mauerfugen durch Moos ist in keinem Falle zu empfehlen, da das Moos über kurz oder lang verfault und das Wasser im Brunnen verdirbt.

Einen Brunnenmantel aus Ziegelsteinen macht man gewöhnlich nicht unter 1 Stein (25 cm) dick Man kann die Wandstärke nach der Formel

$$s = 0{,}1\,d + 0{,}1\ \mathrm{m}$$

bestimmen, worin d die lichte Weite des Brunnens in Metern bedeutet. Das mit Hilfe dieser Gleichung gefundene Stärkemaß hat man auf die nächste halbe Steinstärke nach oben abzurunden.

Ist der wasserhaltige Grund, bis zu welchem man mit dem Brunnen niedergeht, nicht fest genug oder zu wandelbar, als dass man die Brunnenmauer auf denselben stützen könnte, z. B. wenn es beweglicher Sand ist, so kann eine hölzerne Büchse (Brunnenbüchse, Brunnenkasten) geschlagen werden, welche dann der Mauer zur Grundlage dient. Diese Büchse besteht aus starken, etwa 8 bis 10 cm dicken und 15 cm breiten Pfosten oder Dauben, welche am unteren Ende zugespitzt, ihrer Länge nach aber keilförmig zugeschnitten sind und welche eine nach der anderen so mittels einer Handramme in den Grund eingeschlagen werden, dass abwechselnd das breitere Ende der einen nach unten und das der nächstfolgenden nach oben kommt, wodurch sie fest aneinander angetrieben werden können, wie Abb. 49 zeigt. Diese Dauben aus Föhren- oder Lärchenholz haben eine Länge von 2 bis 3 m, damit sie bis in den unter dem Sande liegenden festen Boden reichen.

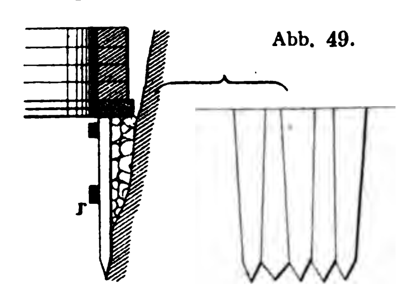
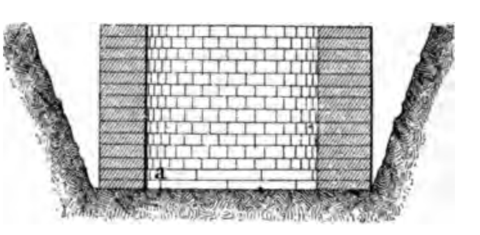


Abb. 49.

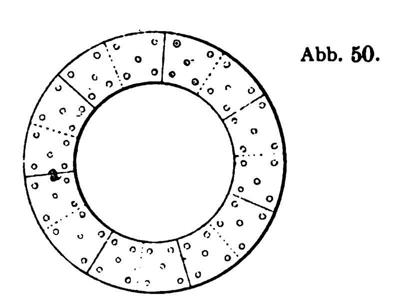
Der Zwischenraum zwischen der Büchse und dem Erdreiche wird mit Bruchsteinen ausgefüllt und an dem inneren Umfange derselben werden einige eiserne Reifen r eingetrieben, um die Widerstandsfähigkeit gegen den äußeren Druck des Erdreichs zu vermehren.

Auf dem oberen Rande dieser Büchse wird nun die Brunnenmauer so aufgeführt, dass die Steine der Länge nach halb auf sie und halb auf das rückwärtige Gestein gelegt werden.

Besser ist es noch, wenn zunächst auf die Büchse ein Brunnenkranz, Abb. 50, gelegt wird, auf welchen dann das Mauerwerk kommt, wie auch die Abb. 49 erkennen lässt.



Weniger einfach ist die Mauerung eines Brunnens bei gleichzeitigem Niedersenken des Kessels.

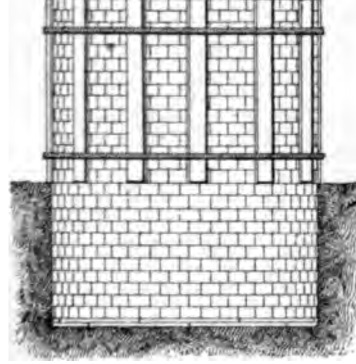

Abb. 50.

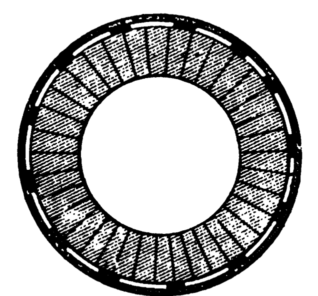
Das Mauerwerk kann dann nicht mehr aus gewöhnlichen Bruchsteinen aufgeführt werden, sondern es sind der Haltbarkeit wegen stets Steine mit lagerhaften Flächen anzuwenden.

Nachdem das weiche Erdreich ungefähr 2 m tief oder bis nahe an den Grundwasserspiegel an der für den Brunnen bestimmten Stelle ausgegraben worden ist, wird ein aus mindestens doppelten Bohlen konstruierter Kranz wagerecht gelegt (gegebenenfalls auch ein eiserner) und hierauf mit dem Mauern des Brunnens begonnen. Ist der Kessel 1,5 bis 2 m hoch aufgeführt, so wird er zuweilen noch mit dünnen Brettern und einem Tau geschient, um bei dem Senken das Auseinanderdrängen der Steine zu verhüten (Abb. 51).

Zur Vermeidung des Auseinanderreißens des Brunnenmauerwerkes beim Senken ist es jedoch zweckmäßiger, in einem Abstande von 2 m über dem Kranze einen hölzernen Zwischenkranz oder eine eiserne Platte in das Mauerwerk einzulegen und durch eiserne Schraubenanker mit jenem zu verbinden (Abb. 52). Als Anker werden je nach der Brunnenweite vier oder mehr Rundeisenstäbe von ungefähr 3 cm Dicke eingemauert.

Abb. 51.



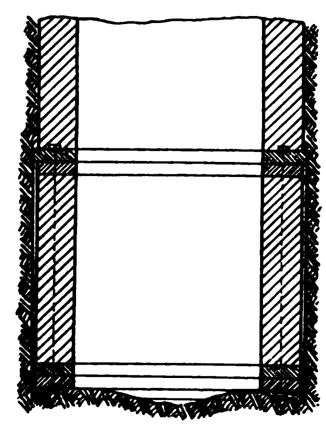


Bei dem Senken wird das unter dem Kranze vorhandene Erdreich mit einem Stoßeisen (Abb. 53) losgestoßen oder abgegraben, wobei der Brunnen durch seine Schwere sinkt. Dieses Verfahren ist natürlicherweise nur so lange ausführbar, als das Wasser noch ausgeschöpft oder ausgepumpt werden kann. Bei stärkerem Wasserzudrang muss man zu anderen Hilfsmitteln greifen, von denen noch einige näher erwähnt werden sollen.

Abb. 53.

Ist der Brunnen 2 m tief versenkt, so wird ein neuer Teil aufgemauert und wieder versenkt. Dies zeitweise Senken wird so lange fortgesetzt, bis der Brunnen die erforderliche Tiefe erreicht hat. Soll das Wasser dem Brunnen durch den Mantel zugeführt werden, so ordnet man in den Wandungen des letzteren Öffnungen an, was durch offene Stoßfugen im Mauerwerke oder durch Einlegen von Dränröhren oder Lochsteinen in dasselbe leicht erreicht werden kann. Diese Öffnungen werden im unteren Teile des Brunnenmantels angebracht und können bis zu $^1/_8$ der gesamten Mantelfläche betragen. Zur Erleichterung des Einsenkens erhält der Brunnenkranz, der auch Brunnenschuh oder Brunnenschling genannt wird, eine Art Zuschärfung an seiner unteren Seite, wie die Abbildungen 54 und 55 zeigen. Diese Kränze werden je nach der Tiefe und Weite des Brunnens aus zwei bis vier Bohlenlagen von 4 bis 8 cm Dicke zusammengesetzt und manchmal mit einer eisernen Schneide versehen. Häufig wendet man auch einen ganz eisernen Schuh an.

Abb. 52.



Über den Brunnen wird eine Gerüste gebaut (Abb. 56) und von diesem aus der Erdboden mit Hilfe eines Sackbohrers, eines Sandbohrers, einer sogenannten indischen Schaufel, einer Sandpumpe, eines Greifbaggers oder eines anderen hierzu geeigneten Gerätes aus dem Brunnenkessel entfernt. Damit der Brunnen weiter einsinkt, ist zu Anfang

der Arbeit gewöhnlich eine Belastung mit Ziegelsteinen oder Eisenbahnschienen erforderlich.

Der Sackbohrer (Abb. 57) besteht aus einer hölzernen oder eisernen, unten zugespitzten Stange, an der seitlich ein mit einer Schneide versehener Bügel angebracht ist. An diesen Bügel ist ein Sack aus Leder oder starker Leinewand befestigt, der das beim Drehen des Bohrers gewonnene Erdreich aufnimmt. Er eignet sich besonders für Sand, Kies und weiche Erdarten. Die Befestigung der einzelnen Teile dieses Werkzeuges, insbesondere die des am oberen Ende angebrachten, zum Drehen bestimmten Hebels muss sehr zuverlässig sein.

Abb. 54.

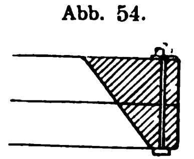
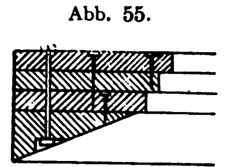


Abb. 55.



Der Sandbohrer von Graef in Darmstadt (Abb. 58) ist ein zum Teil offener Blechzylinder, der an seinem Boden eine schräg nach unten gerichtete Schneide trägt, die das Erdreich lockert und in den Blechzylinder schiebt, so dass sie mit dem Bohrer emporgehoben werden kann.

Die indische Schaufel (auf Abb. 56 bei a zu sehen) ist eine starke eiserne, um ein Gelenk drehbare und an einem schweren Stiele befestigte Schaufel, die in senkrechter Stellung in das zu entfernende Erdreich gestoßen und dann durch eine Windekette oder ein Seil in die wagrechte Lage gebracht wird. Die gewonnene Erde kann dann mit der Schaufel zu Tage gebracht werden. Für nicht zu festen Ton und dergl. ist die indische Schaufel sehr geeignet.

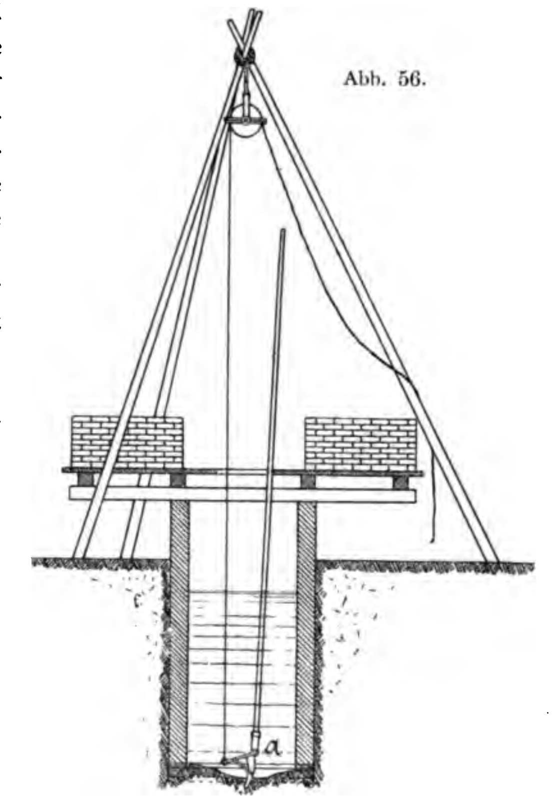


Abb. 56.

Die Sandpumpe nach Gill (Abb. 59) besteht aus einem unter einer gewöhnlichen Kolbenpumpe angebrachten runden Kasten, dessen Boden abnehmbar ist. Die Pumpe wird durch eine Winde auf den Grund des Brunnens hinabgelassen. Der Kolben wird sodann durch mehrere Arbeiter wie bei einer Ramme in die Höhe gezogen und wieder fallen gelassen. Beim Kolbenaufgange dringt ein Gemisch von Sand und Wasser durch das Saugrohr in den Kasten ein, beim Kolbenniedergange wird das Wasser durch die im Deckel der Sandpumpe angebrachten Klappenventile hinausgedrückt, während der Sand im Kasten liegen bleibt. Ist letzterer gefüllt, was nach etwa

100 Spielen der Fall ist, so kann er gehoben und über Tage entleert werden.

Der Greifbagger (Abb. 60) von Priestman hängt an zwei Ketten, deren eine zum Heben und Senken des Baggers dient, während die andere zum Öffnen und Schließen desselben benutzt wird. Beim freien Hängen an der oberen Kette ist der Bagger offen und wird so in den Brunnen hinabgelassen, wo er mit seinen Zacken in den Erdboden eindringt. Wird nun die obere Kette nachgelassen, die untere aber angezogen, so schließt sich der Bagger und füllt sich dabei. Die Firma Bünger & Leyrer in Düsseldorf baut Greifbagger mit nur einer Kette, die sich selbsttätig öffnen und schließen.

Wie schon bemerkt wurde, gibt es noch eine ganze Anzahl derartiger Vorrichtungen, die denselben Zwecken dienen wie die besprochenen; wir können indessen hier nicht näher auf sie eingehen.

Jeder Brunnen ist gleich bei der ersten Anlage 2 bis 5 m tief unter diejenige Sohle niederzubringen, in welcher man zuerst Wasser erlangt hat, da

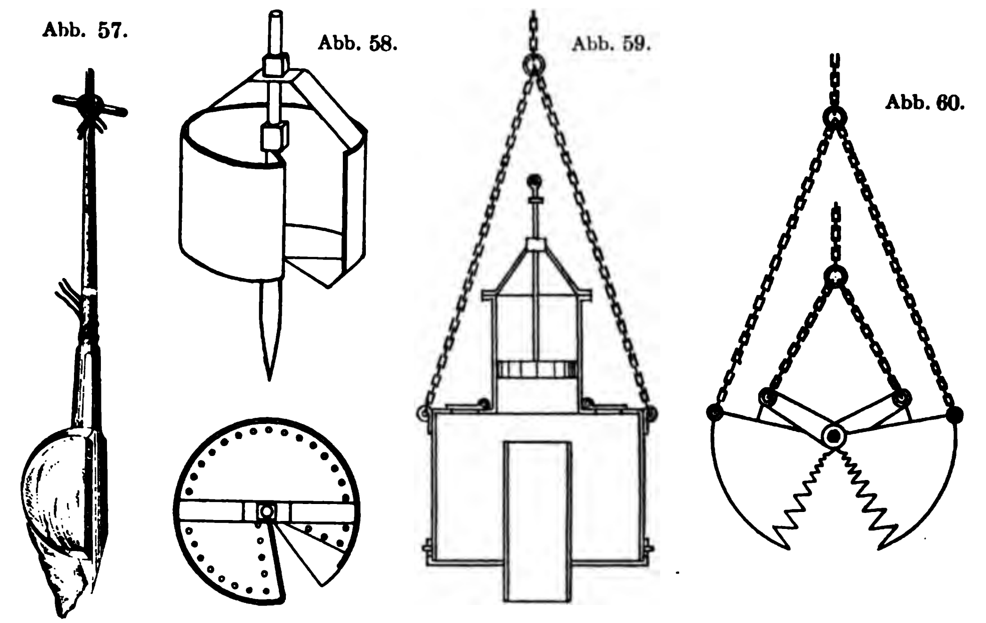


Abb. 57. Abb. 58. Abb. 59. Abb. 60.

dessen Zudrang verhältnismäßig um so stärker sein wird, je höher die Wassersäule in den Klüften und Schichten des Gebirges über dem Ausflusspunkte steht und nicht so leicht ein völliges Verstopfen der Zugangskanäle und somit Versiegen des Brunnens eintreten kann. Später würde es dagegen weit schwieriger und kostspieliger sein, den Brunnen noch tiefer niederzubringen. Die Größe des Querschnittes richtet sich nach der Art der Einrichtung und nach der Größe der Geräte, welche man zur Herausförderung des Wassers anwendet; er sollte aber nie unter 1,10 bis 1,20 m kleinsten Durchmesser und selbst bei einfachen Pumpen, soviel Weite haben, dass neben denselben noch ein hinlänglicher Raum zum Hinabsteigen bleibt. Brunnen jedoch, die zu öffentlichem Gebrauche bestimmt sind und z. B. auch zu Feuerlöschzwecken dienen müssen, sollten niemals unter 1,5 m lichte Weite erhalten.

Der Brunnenschacht muss also so tief hinunterreichen, dass er selbst beim tiefsten Grundwasserstande noch 1 bis 1,5 m Wasserhöhe hat. Bei der Wasserentnahme sinkt der Wasserstand im Brunnen und auch der Grundwasserspiegel in der Umgebung des letzteren wird nach dem Brunnen zu. abgesenkt. Die Wassertiefe im Brunnen darf nicht zu groß angenommen werden, weil sonst bei geringerem Wasserverbrauche das Wasser abstehen kann und für viele Zwecke ungeeignet wird. Andererseits darf die Wassertiefe auch nicht zu gering bemessen werden, weil sonst bei einigermaßen lebhafter Wasserentnahme die Brunnensohle aufgelockert werden kann. Zweckmäßig ist es daher, die Wassertiefe so zu bestimmen, dass sie bei einer mittleren Benutzung des Brunnens immer möglichst gleich bleibt.

Die Ergiebigkeit eines Brunnens ist von sehr verschiedenen Verhältnissen abhängig, sie kann aber meist zu $^1/_4$ bis $^1/_2$ Sekundenliter, d. i. zu 0,9 bis 1,8 cbm in der Stunde für 1 qm Querschnittsfläche angenommen werden. Auch kann man sie durch ein sogenanntes Probepumpen feststellen. Doch kann die so ermittelte Ergiebigkeit selbstverständlich nicht für alle Zeiten Geltung haben, da sie von zu vielen Zufälligkeiten abhängt. Man kann beim Probepumpen wie folgt verfahren (M. Strukel „Der Wasserbau" I). Man lässt eine Pumpe von bekannter Leistungsfähigkeit L eine bestimmte Zeit t hindurch aus dem zu untersuchenden Brunnen Wasser fördern. Während dieser Zeit sinkt der Wasserspiegel im Brunnen um eine gewisse Höhe h, trotzdem aus dem den Brunnen umgebenden Erdreiche eine bestimmte Wassermenge E, welche die Ergiebigkeit des Brunnens darstellt, in das Innere desselben nachströmt. Hat der Brunnen den Querschnitt F, so ist

$$L \cdot t = F \cdot h + E \cdot t$$

Nachdem die Wasserentnahme eingestellt ist, lässt man den Wasserspiegel wieder zur ursprünglichen Höhe ansteigen und beobachtet die hierzu erforderliche Zeit t_1. Es ist dann

$$E \cdot t_1 = F \cdot h$$

und weiter

$$L \cdot t = E \cdot t_1 + E \cdot t$$

woraus dann folgt

$$E = \frac{L \cdot t}{t + t_1}$$

als die gesuchte Ergiebigkeit für die Zeit t. Man braucht also bei dieser Berechnungsweise den Brunnenquerschnitt gar nicht zu kennen.

Von den vielfach gehörten Klagen, dass das Wasser in Ziehbrunnen sich mit der Zeit verschlechtert, dass es trübe und übelriechend wird und einen widerlichen Beigeschmack annimmt, sowie dass viele Brunnen zu gewissen Zeiten, namentlich zur Sommerzeit, wasserarm werden, wird die erstgenannte besonders bei lange anhaltendem Regenwetter und auch dann, wenn nach langem und starkem Froste Tauwetter eintritt, laut. Die andere Klage tritt insbesondere bei lange anhaltender strenger Kälte oder auch bei großer Sommerdürre auf. Im erstangeführten Fall ist man sehr geneigt, die Schuld allein auf die Bodenbeschaffenheit zu werfen, indem man annimmt, dass Zersetzung organischer Stoffe die Ursache

sei. Es können nun allerdings Zersetzungsprozesse vorliegen, doch sind diese häufig wohl von geringerem Einfluss auf die Wasserbeschaffenheit der Brunnen, als die Art und Weise der Brunnenausführung und der Zeitpunkt, zu welchem ein Brunnen angelegt wurde.

Fällt die Ausführung in die Frühjahrszeit, wo einerseits das Grundwasser ziemlich nahe der Bodenoberfläche liegt, andererseits der Boden derart mit dem sogenannten Tagewasser getränkt ist, dass eine Vermischung dieser beiden Wasserarten eintritt, so ist schon von vornherein für lange Zeit nur auf ein trübes und ungenießbares Wasser zu rechnen.

Um dem zu begegnen, wähle man zur Brunnenherstellung die Zeit der niedrigsten Quellen- und Grundwasserstände; dieser Zeitpunkt fällt meist in die Monate Juni, Juli, August, manchmal jedoch noch in den September hinein. Ein bis zu genügender Tiefe hinab geführter und zur richtigen Jahreszeit angelegter Brunnen wird selbst in den trockensten Sommermonaten meist gutes Wasser in hinreichender Menge liefern.

Zur Sicherung gegen schlimme Wasserbeschaffenheit muss selbstverständlich die Nähe von Aborten, Düngergruben, Schwindgruben vermieden werden. Wo dies jedoch nicht völlig angeht, kann man sich einigermaßen, wenigstens bei in einer Baugrube hergestellten Brunnen, dadurch helfen, dass man das Brunnenmauerwerk mit einer starken Lehmwandung umgibt und an der Innenfläche der Brunnenumfassung einen Zementanwurf aufträgt, wie dies auch schon oben angedeutet wurde.

Die Ausschachtung ist dabei um so viel zu vergrößern, als zum Hinterbringen der Lehmumhüllung erforderlich ist. Erst nachdem man eine genügende Wassertiefe erlangt hat, wird das Aufmauern bis über Spiegelhöhe mit offenen Fugen ausgeführt.

Zweckmäßig ist es, auf den Boden des Brunnens eine Schicht starker Steine mit offenen Fugen zu legen und während des Aufmauerns zwischen Brunnenkessel und Erde groben Kies mit grobgepulverten Holzkohlen zu schütten, so hoch der Wasserstand reicht.

In etwa 0,3 bis 0,5 m über Spiegelhöhe beginne man sowohl die Lehmhinterfüllung, als auch den (inwendigen) Zementanwurf des Brunnenschachtes. Zur Mörtelbereitung verwende man möglichst scharfen Flusssand; für die Lehmumwandung genügt ein magerer, sandhaltiger Lehm, der mit der Zeit eine große Härte annimmt; diese Härte kann dadurch erhöht werden, dass beim Einwerfen des Lehms, der in einem ziemlich trockenen Zustande zu verwenden ist, derselbe schichtenweise (von 0,3 zu 0,3 m) mit einer nicht allzu wässerig angemachten Zementschlempe übergossen und festgestampft wird. Der Stampfschlag ist so zu führen, dass der Lehmkörper an das Mauerwerk fest angedrängt wird. Eine so behandelte Lehmwandung lässt keinerlei Feuchtigkeit durchsickern, während der Zementanwurf, der vermöge der feuchten Temperatur, die im Brunnen herrscht, eine große Festigkeit und Dichtigkeit erlangt, verhütet, dass sich Spinnen, Schnecken, Gewürme oder dergl. in Mauerritzen und Fugen festsetzen können, welche herabfallend dem Wasser einen ekeln Geschmack mitteilen könnten. Brunnen nach diesem Verfahren hergestellt, kosten im schlimmsten

Falle höchstens um die Häfte mehr als die auf die gewöhnliche Art, d. h. ohne Lehmwandung und Zementanwurf hergestellten Brunnen, wofür man indessen, außer dem nachhaltigen Besitz guten Wassers, sich des Vorteils erfreut, dass diese Brunnen keiner Reparatur bedürftig werden. Auch bei sonstigen Wasserbehältern, welche Wasserdichtheit erfordern, z. B. bei Gaskesseln, Regenwasserzisternen, Düngergruben und dergl. kann die beschriebene Bauweise mit Erfolg angewandt werden, mit der einzigen Abweichung, dass bei diesen Behältern, bevor die Sohle gemauert wird, unter derselben eine starke Lehmschicht zu schütten und festzustampfen ist.

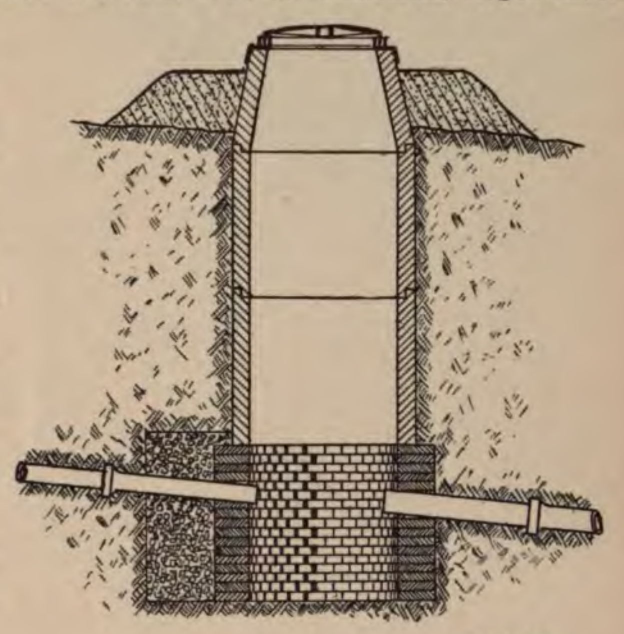
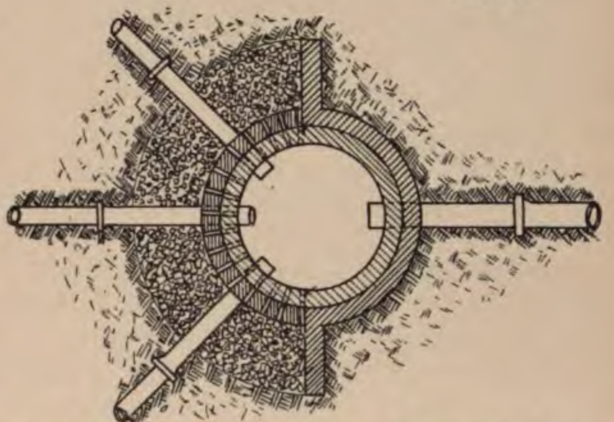


Abb. 61.



Brunnen, welche in wasserführenden Sandschichten angelegt werden, und aus denen man das Wasser mit Pumpen hebt, versagen zuweilen im Laufe der Zeit, wenn plötzlich viel Wasser entnommen wird oder fallen zusammen.

Der Vorgang ist in folgender Weise zu erklären. Sobald ein Teil des im Brunnenkessel gesammelten Wasservorrates entnommen wird, muss sich der Wasserspiegel im Innern des Brunnens entsprechend senken. Damit wird eine Störung des Gleichgewichts zwischen dem Wasser außerhalb und innerhalb des Brunnens bewirkt, die demnächst wieder ausgeglichen werden muss. Hierbei bewegen sich die einzelnen Wasserfädchen in den Zwischenräumen der Sandkörner außerhalb des Brunnens abwärts nach den Durchlassöffnungen im Mantel des Kessels hinunter und innerhalb desselben aufwärts nach der äußeren Wasseroberfläche im Sande hinauf. An dieser Bewegung nehmen auch Sandkörner mit teil, die in den Kessel eindringen, und, wenn die Bewegung der darin enthaltenen Wassermasse aufhört, sich ablagern. Auf diese Weise geht eine allmähliche Erhöhung des Brunnenbodens vor sich, bis die Öffnung des Saugerohrs der Pumpe erreicht worden ist, so

dass zuletzt Sand mit dem Wasser herausgefördert wird und die Pumpe endlich den Dienst versagt. Außerhalb des Brunnenkessels dagegen entstehen nach und nach hohle Stellen, die dazu führen können, dass der Brunnen sinkt und schließlich zusammenfällt.

Wenn die Mauerung eines Brunnens von unten aufgeführt wird, lässt sich dieser Übelstand vermeiden durch Beschütten des Bodens mit Steinen und Umschütten des Kessels mit grobem Kies; beim Niedersenken der Mauerung dagegen muss man um den eigentlichen Brunnenkessel noch einen konzentrischen Ring in angemessener Entfernung anbringen und gleichzeitig mit niedersenken, sowie den hohlen Raum zwischen beiden Zylindern mit Kies ausfüllen, wodurch freilich die Herstellungskosten sich wesentlich erhöhen.

In neuerer Zeit setzt man den Brunnenmantel häufig aus einzelnen Trommeln zusammen, die aus Zement als Formstücke von 1 bis 2 m Länge, 1 bis 1,5 m Weite und 10 bis 15 cm Wandstärke fabrikmäßig angefertigt werden. Abb. 61 zeigt als Beispiel für einen solchen Mantel einen Brunnen, wie er bei der schon öfter erwähnten Freiberger Wasserleitung zur Ausführung gelangte. Der unterste Teil des Brunnenmantels besteht dabei aus Ziegelmauerwerk mit offenen Stoßfugen und ist soweit diese vorhanden sind, d. h. bis an zwei Mauerflügel, die einen Teil des Grundwasserstromes auffangen und in den Brunnen hineinzwingen sollen, mit Kies und Sand filterartig hinterfüllt.

Kesselbrunnen von größerer, d. h. mehr als ungefähr 20 m betragender Tiefe, manchmal auch schon bei 10 m erhalten wohl auch eiserne Mäntel, die aus 1 m hohen gusseisernen Ringen oder Schachtkränzen, sogenannten Tubbings, deren unterster ein mit einer Schneide versehener Schuh ist, zusammengesetzt werden. Diese Ringe werden aus einzelnen Stücken mit Hilfe von Innenflanschen zusammengeschraubt und lassen sich verhältnismäßig leicht einbringen. Die Öffnungen für das Eintreten des Wassers in das Brunneninnere, die sogenannten Mantelschlitze, können hier bis zu ungefähr $^1/_5$ der ganzen Mantelfläche betragen. Diese eisernen Schachtbrunnenmäntel erfordern weniger Baggerarbeit und lassen sich sicherer senken als gleichweite gemauerte Mäntel. Noch näher auf diese Brunnen einzugehen, gehört nicht zu den Zwecken des vorliegenden Buches.

Die obere Abdeckung der besprochenen Brunnen muss mit Sorgfalt ausgeführt werden, damit kein Tagewasser in den Brunnenkessel gelangen kann; dass der obere Brunnenrand etwas über die Erdoberfläche hervorragen soll, wurde schon erwähnt. Man verwendet zu der Abdeckung meist 10 bis 15 cm starke Bohlen, deren Fugen gedichtet werden müssen und bedeckt sie häufig noch mit einer etwa 5 bis 10 cm dicken Lehmschicht. Auch eiserne Deckel kommen vielfach zur Anwendung. Damit die Abdeckung nicht verschoben werden kann und stets sicher und fest aufliegt, ist eine Stützung und Einfassung derselben durch eine sogenannte Zarge nötig. Diese Zarge wird meist aus Haustein oder Gusseisen hergestellt, seltener aus Kunststein oder Holz. Hie und da wendet man auch eine doppelte Abdeckung an, die aus zwei getrennten Decken, gewöhnlich einer eisernen und einer hölzernen mit dazwischen angeordnetem Hohlraum von ungefähr 10 mm Höhe besteht.

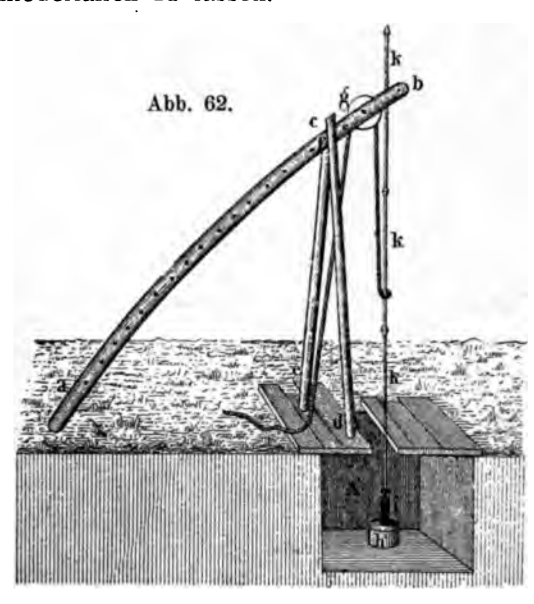
Sehr empfehlenswert ist es, im Brunneninnern Steigeisen anzubringen oder Aussparungen im Mauerwerke anzuordnen, die zum Schlagen von Bühnen und zum Befahren des Brunnens bei Durchsichten, Reinigungen, Ausbesserungen usw. sehr willkommen sind.

Bei der Reinigung alter Brunnen sind oft zuvor Anhäufungen von Stickstoff, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und anderen Gasen herauszuschaffen, deren Vorhandensein man durch das Verlöschen hineingeworfenen brennenden Strohes, oder hinabgesenkter brennender Lichter, noch sicherer aus dem Verhalten eines hinabgelassenen lebenden Tieres erkennt. Zweckmäßig ist es alsdann, diese Gasarten herauszusaugen, worauf die atmosphärische, einatmungsfähige Luft von selbst nachdringt. Weniger empfehlenswert ist es, letztere hineinzupumpen. Beides kann man mittels einer vierkantigen, aus glatten Brettern luftdicht zusammengefügten Röhre bewirken, in welcher ein an einer Stange befestigter, aus einem Pfostenstücke bestehender Kolben, der mit einem Lederstreifen oder einem mit Haaren ausgefüllten Lederwulste gelidert ist, auf- und niederbewegt wird. In dem Boden dieser Röhre, von welchem aus engere Röhren von etwa $^2/_5$ der Weite der ersteren bis auf den Wasserspiegel des Brunnens hinabzuführen sind, ist ein einfaches nach innen schlagendes Klappenventil angebracht, während sich ein ähnliches, aber nach außen öffnendes in der Seite der Röhre befindet. Der aufsteigende Kolben saugt die Luft von unten in die weite Röhre, den Stiefel, auf und der niedergehende drückt sie zur Seite hinaus. Noch besser ist folgende Vorrichtung: auf einer 5 bis 6 cm weiten, aus einzelnen Stücken zusammengestoßenen Röhre von Weißblech, welche man bis ziemlich auf den Wasserspiegel hinabführt, wird oben eine gleichweite Röhre von Kupferblech aufgesetzt, um welche 1 m unter ihrer oberen Mündung ein ring- oder kragenförmiges Gefäß mit durchlöchertem Boden angelötet ist, mittels dessen die ganze Vorrichtung an zwei über die Brunnenbrüstung gelegten Eisenstangen aufgehängt werden kann. Unterhält man nun in diesem Gefäße mit Holzspänen oder Kohlen ein lebhaftes Feuer, so entsteht vermöge der Erwärmung der oberen Luftsäule in der Röhre eine Strömung nach oben, welche sehr bald den Brunnen von der verdorbenen Luft befreit und mit frischer gesunder versieht. Endlich kann man auch einen Feuerkübel, d. i. ein eisernes, korbförmiges Gefäß an einer Kette in den Brunnen hängen und in diesem eine Zeit lang Feuer mit Stroh, Holz oder Steinkohlen unterhalten. Für alle Fälle ist indes auch dann noch die Vorsicht zu gebrauchen, dem ersten Hinabsteigenden ein Seil unter den Armen um den Körper zu befestigen, um ihn nach Erfordern auf sein Verlangen sogleich wieder herausziehen zu können.

Gebohrte Brunnen.

Die Arbeit des Bohrens mit dem Erdbohrer besteht, wie bereits auf Seite 10 näher erläutert wurde, in dem Durchsinken verschiedener Gebirgsschichten mittels eines besonders dazu vorgerichteten Instrumentes und hat außer der Aufsuchung von Wasser- und Solquellen auch noch die Ermittelung von Kohlen, Erzlagerstätten und Salz zum Zwecke. Letztere Aufgaben haben wir hier nicht zu betrachten.

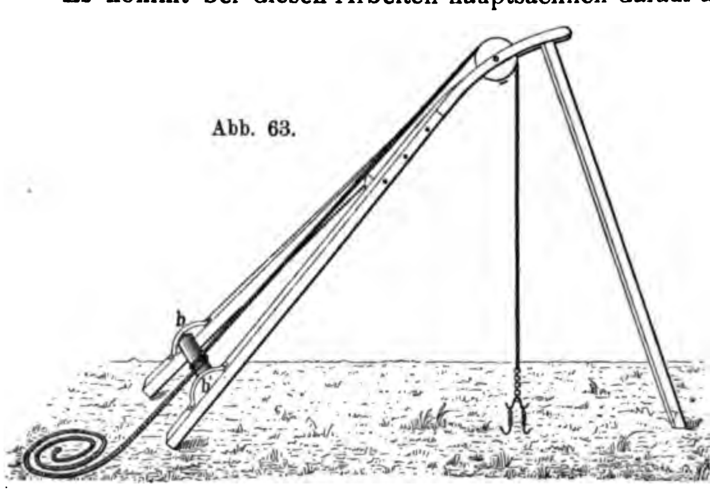
Das Abbohren oder Bohren von runden Löchern in leichteren Erdschichten geschieht mit einer drehenden Bewegung wie beim Bohren mit einem Nagelbohrer; bei festen Gesteinsschichten jedoch hat es Ähnlichkeit mit dem Einrammen der Pfähle durch die Kunstramme, denn auch hier kommt es darauf an, einen schweren Körper, das Bohrinstrument, wiederholt emporzuheben und niederfallen zu lassen.


Abb. 62.

Dieses Bohrinstrument, der Bohrer, Meißel, kann dabei während der Arbeit mit einem schweren Gestänge oder mit einem Seil in Zusammenhang sein und man spricht in dieser Hinsicht vom Stangenbohren und vom Seilbohren. Im ersten Falle besteht das Gestänge aus einem Oberstück mit Ring zum Heben des Bohrers und aus dem Bohrgestänge. Letzteres ist aus einer der Tiefe des Bohrloches entsprechenden Anzahl Mittelstangen zusammengesetzt, an deren letzter der Bohrer, der Meißel oder die Sonde befestigt ist. Bohrer und Meißel erhalten die verschiedensten Formen und Gestalten.

In neuerer Zeit hat man noch das Bohren mit Wasserspülung eingeführt, bei welchem durch einen Wasserstrahl das Bohrloch geräumt wird.

Es kommt bei diesen Arbeiten hauptsächlich darauf an, in was für Schichten und bis in welche Tiefe das Abbohren geschehen soll; namentlich ist die letztere, welche die meisten Rücksichten erfordert, indem mit ihrem Wachsen die Betriebsschwierigkeiten unverhältnismäßig zunehmen. Eine scharfe Grenze in den für das Bohren zu treffenden Vorkehrungen lässt sich nicht ziehen; wie denn überhaupt das Abbohren eine von denjenigen Arbeiten ist, bei denen sehr oft wegen der Vielseitigkeit dessen, was sich dabei ereignen kann, der Zufall, in Verbindung mit der genauesten


Abb. 63.

Sachkenntnis über die zu ergreifenden Maßregeln entscheiden muss. Für eine Anzahl von Vorkommnissen, die beim Abbohren eintreten können, bestehen jedoch mannigfache Auskunfts- und Förderungsmittel, unter denen dann, mit Bezugnahme auf den eben vorliegenden Fall, eine Auswahl, zuweilen mit bedeutender Abänderung der Vorrichtungen zu treffen ist.

Abb. 64.

Auch die Weite des Bohrloches hängt von verschiedenen Verhältnissen ab; jedenfalls möchten 10 cm die mindeste anzuratende Weite sein; bei großen Tiefen 1 bis 2 m. —

Das einfachste Gestell zur Bewegung und Leitung des Bohrgestänges ist das in Abb. 62 dargestellte Bohrgestelle. Man stützt einen etwas gekrümmten Stamm a b bei c mit zwei, durch eiserne Bolzen bei f verbundene Streben c d und c e.

Durch den bis an 12 m langen Baum a b sind Löcher gebohrt, um ihn als Leiterbaum zu gebrauchen oder die Höhe des Gestelles mittels Durchsteckens von Bolzen zu verringern. Am Ende b ist ein Einschnitt zur Aufnahme der Rolle g gemacht. Derselbe Einschnitt dient dem oberen Ende der Bohrstange als Führung und soll dieselbe gegen das Überschwanken bewahren.

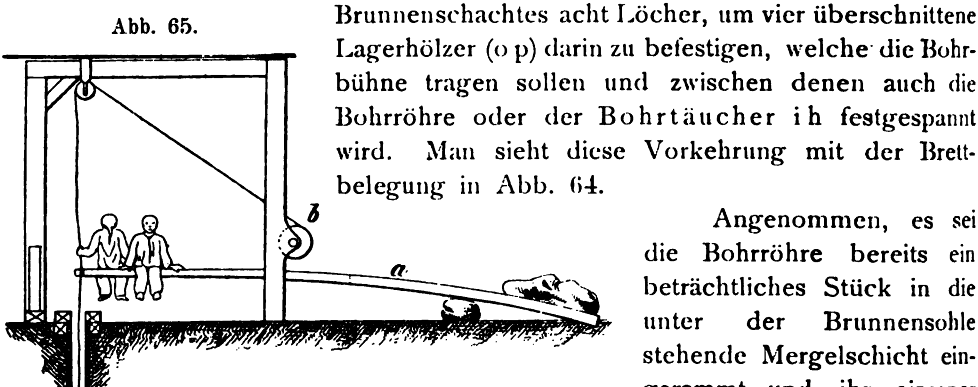
Sobald man zu einer Tiefe gelangt, wo eine Winde zum Heben des Bohrgestänges nötig wird, wendet man das Gestell, Abb. 63, an. Es besteht aus zwei Tragebäumen, die oben mit einem gekrümmten Bügel zusammengebolzt und durch eine Strebe gestützt werden. In dem Bügel ist die Rolle und eine Öffnung zum Durchgang der Bohrstange angebracht. Die Winde geht in den Knaggen b b'; sie hat eine hölzerne Welle, in welcher Löcher zum Durchstecken der Haspelspeichen angebracht sind. Ein zweimaliges Umschlingen des Seils ist ausreichend.

Das vordere Ende des Seils läuft über die Rolle und trägt unten die Kette mit Haken zum Aufheben der Bohrstücke.

Sofern eine Ramme nötig wird, lässt sich das Gestell derselben zugleich zum Aufziehen und Führen der Bohrer benutzen; man hat dann nur, wenn man zum Bohren übergehen will, den Rammklotz von dem senkrechten Stande über dem Bohrloch zur Seite abzubringen. Bequemer ist es, wenn das ganze Rammgestell auf Rollen und Walzen gestellt wird.

Wenn in einem schon vorhandenen Brunnen tiefer gebohrt werden soll, um etwa eine reinere Quelle zu erlangen, so haut man in die Mauern des Brunnenschachtes acht Löcher, um vier überschnittene Lagerhölzer (o p) darin zu befestigen, welche die Bohrbühne tragen sollen und zwischen denen auch die Bohrröhre oder der Bohrtäucher i h festgespannt wird. Man sieht diese Vorkehrung mit der Brettbelegung in Abb. 64.

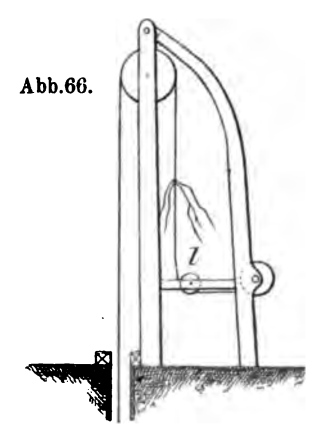
Abb. 65.



Angenommen, es sei die Bohrröhre bereits ein beträchtliches Stück in die unter der Brunnensohle stehende Mergelschicht eingerammt und ihr eiserner Schuh bis s eingedrungen, so kann mit der Bohrarbeit begonnen werden. Die Brettbelegung q r wird nötig, wenn nach irgend einem Aufsatzstücke des Gestänges die Bohrkrücke so hoch zu stehen kommt, dass die Arbeiter den Knebel t nicht bequem fassen können.

Die Abbildungen 65 und 66 zeigen Bohrgestelle, wie sie die Chinesen beim Seilbohren verwenden. a (Abb. 65) ist ein liegender Baum, von dem ein Ende auf dem Boden befestigt ist, das andere aber das Seil trägt, an welchem der Rammblock oder der Bohrer hängt. Zwei Männer bringen diesen Baum, indem sie sich rasch auf ihn setzen, zum Niederbiegen wie eine Feder und der Bohrer bewegt sich auf dem Grunde des Bohrloches herum, wie der Stößel in einem Mörser. In dem Maße wie der Bohrer tiefer eindringt, wird ein Stück des um den Baum b gelegten Seiles abgewickelt.

Abb.66.



Besser ist die einfache Handramme Abb. 66, bei welcher die Zugleinen l jede durch einen Haken mit dem Hauptseil verbunden sind.

Die Chinesen benutzen geflochtene Bambusseile, welche sich durch ihre Festigkeit und Leichtigkeit auszeichnen.

Abb. 67 zeigt ein Bohrgerüst, wie es vom Tiefbohrunternehmer H. Thumann in Halle a. S. bei Hand-Trockenbohreinrichtungen für milde Erdschichten angewendet wird. Die drei Stangen des Gerüstes sind 8 bis 9 m lang und durch einen starken Verbindungsbolzen zu einem Dreibock verbunden. Die Bolzenlöcher in den beiden Seitenstangen dieses Bockes müssen länglich (etwa 100 mm lang) gemacht werden. Die eingezeichnete Kabelwinde hat 600 kg

Hebekraft und ist mit doppelter Räderübersetzung, ausrückbarer Kurbelwelle, Hebelhandbremse und Sperrvorrichtung versehen. Sie ist nur für größere Tiefen erforderlich und kann bei geringeren Tiefen durch eine einfache Haspelwelle mit 4 Drehspeichen ersetzt werden. Die längsten Bohrstangen, welche bei dieser Bohreinrichtung benutzt werden, sind 4 m lang. Mit dem Apparate ist eine Tiefe von 100 m erreichbar.

Für tiefere Bohrungen kommt man mit den vorbeschriebenen Bohrgestellen nicht mehr aus; es wird dann entweder ein Bohrschacht angelegt oder ein Bohrturm mit Bohrhaus aufgestellt.

Die Weite eines Bohrschachtes muss etwa bis 2 m im Quadrat betragen; es richtet sich dies nach der Teufe. — Was nun diese betrifft, so muss sie so bedeutend als irgend tunlich sein. Sie wird nur von dem Grundwasserspiegel bedingt. Ein tiefer Bohrschacht hat großen Nutzen, indem man durch ihn die großen Kosten der hohen Gerüste zum Einlassen oder Hängen und zum Ausziehen oder Anholen des Erdbohrers vermindert. Ein Bohrschacht leistet gegen die unvermeidlichen Erschütterungen bei der Bohrarbeit weit größern Widerstand als selbst die beste Holzverbindung der Gerüste. Übrigens muss auch über jedem Bohrschachte ein Bohrgerüste errichtet werden, welches verschiedenen Zwecken zu dienen hat.

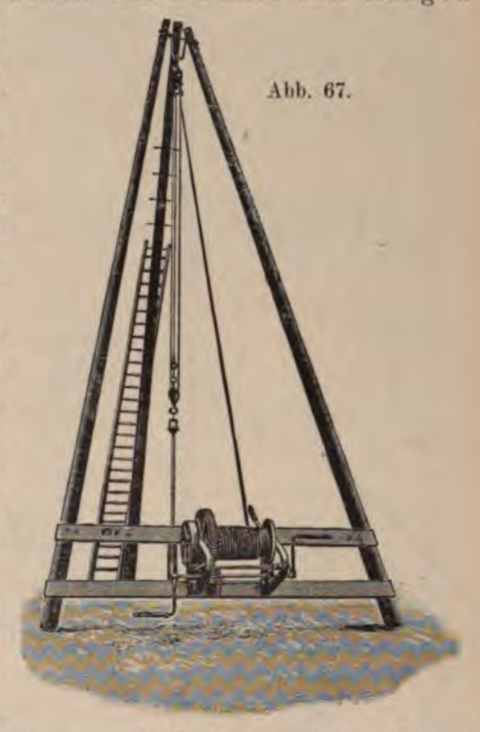
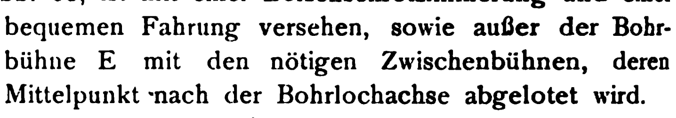


Abb. 67.

Das Abteufen und Auszimmern des Bohrschachtes erfolgt auf die gewöhnliche bergmännische Weise. Man muss bei einem solchen Schachte, wenn irgend möglich, sowohl zu festes als zu lockeres oder schwimmendes Gebirge vermeiden, weil sonst der Schachtbau so kostsbar werden kann, dass man doch besser tut, ein hohes Gerüste aufzuführen. Das Schachttiefste muss womöglich in hinlänglich festem Gestein stehen, so dass dem Bohrtäucher eine hinreichend feste Stellung gegeben werden kann.

Die geringste Tiefe eines Bohrschachtes muss gleich der vereinigten Länge eines Stangenzuges von 4 Bohrstangen zu etwa 3,75 m Länge jede, daher = 15 m und des Bohrtäuchers von etwa 3,75 m Länge, zusammen also gleich 18,75 m sein, wenn man auf die Höhe des Bohrgerüstes keine Rücksicht nimmt. Beträgt diese Gerüsthöhe aber etwa 7,5 m, so braucht der Schacht nur 11,3 m tief zu sein. Bei Bohrlöchern von etwa 200 m Teufe macht man den Schacht nicht gern unter 16 bis 20 m tief und bei größeren Teufen so tief als möglich, besonders wenn Wasser- oder Dampfkraft zur Bewegung der Bohreinrichtungen angewendet wird, weil dieselben zur Vermeidung von Unfällen eine größere Aufzugshöhe beanspruchen als Menschenkraft.

Der Bohrschacht, Abb. 68, ist mit einer Bolzenschrotzimmerung und einer



bequemen Fahrung versehen, sowie außer der Bohrbühne E mit den nötigen Zwischenbühnen, deren Mittelpunkt nach der Bohrlochachse abgelotet wird.

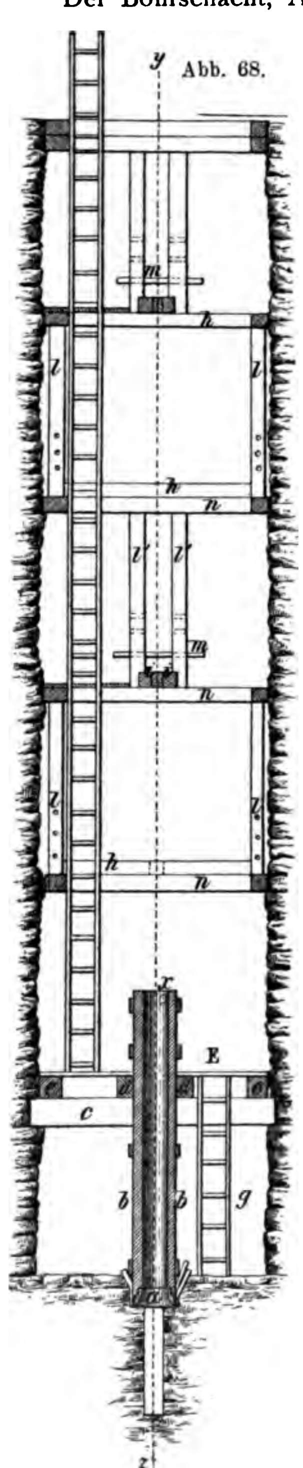


Abb. 68.

Ein älterer Bohrturm mit Bohrhaus (Bohrhütte) ist in den Abbildungen 69, 70 und 71 in verschiedenen Ansichten dargestellt. Die Räumlichkeiten sowie die Höhe hängen von der Abbohr- oder Antriebsvorrichtung ab. Im vorliegenden Falle ist ein Laufrad für Menschen angenommen, wie es hie und da wohl heute noch benutzt wird.

Das Baumaterial des Gebäudes ist Holz und das Zimmerwerk muss an den Verbindungsstellen derart hergestellt sein, dass die ganze Bohrhütte fest für sich steht und von den durch die verschiedenen Arbeiten hervorgerufenen Erschütterungen womöglich gar nichts zu leiden hat. Das Schwengelgerüste, die gesamte Treibevorrichtung und der Löffelhaspel müssen einen zweckmäßigen Platz erhalten und außerdem muss sich in der Hütte nicht nur die bei einem Bohrlochbetriebe unumgänglich notwendige Schmiede, sondern auch noch eine kleine Kammer mit einem einfachen Ofen für die kalten Arbeitsschichten unterbringen lassen. Letzteres ist sehr notwendig, damit sich die Arbeiter und der Bohrmeister wärmen können, um die kalten Bohrinstrumente gehörig zu handhaben.

Bei diesen Bohrungen und in Fällen, in denen kein tiefer Bohrschacht anzulegen möglich war, erhält die Treibevorrichtung eine bedeutende Höhe. Infolgedessen fällt auch das Bohrhaus höher aus und erhält dann den Namen Bohrturm. Die drei letzten Abbildungen geben die Skizze einer Bohrhütte für Bohrungen bis zu etwa 200 bis 240 m Teufe. Bei tieferen Bohrungen sind größere und höhere Bohrtürme erforderlich.

Je tiefer ein Bohrschacht und je höher über demselben die Seilscheibe angebracht ist, desto vorteilhafter und schneller geht die Bohrarbeit vor sich, indem das Einlassen und Ausziehen des Erdbohrers — was offenbar nur in einzelnen Teilen desselben erfolgen kann — bedeutend gefördert wird, wenn längere Stücke auf einmal in das Bohrloch oder aus demselben gelangen können. Ist das Bohrloch z. B. 200 m tief und kann man 20 m lange Stücke des Erdbohrers — Stangenzüge — auf einmal ein- und ausbringen, so erfolgt diese Arbeit in

10 nacheinander folgenden Arbeitsabschnitten, die selbstverständlich nicht so lange dauern können wie in dem Falle, wo nur 10 m lange Stücke auf einmal in das Bohrloch und aus demselben gehen würden, wozu 20 Arbeitsabschnitte nötig wären, die jedenfalls, wenn auch nicht doppelt so lang als jene 10, aber doch bedeutend länger aufhalten müssen. Hieraus ist ersichtlich, welchen Vorteil ein tiefer Bohrschacht für sich hat, und dass er auch immer einfachere Gerüstungen in der Bohrhütte möglich macht, weil diese nicht so hoch angelegt zu werden brauchen, wie dann, wenn der Bohrschacht seicht ist oder gar fehlt.

Abb. 69.

In dem abgebildeten Falle war das Gerüste für die Betriebsvorrichtung bis zur Seilscheibenmitte 10,45 m hoch und stand über einem 16 m tiefen Bohrschachte A, worin ein 4 m langer Bohrtäucher eingebaut war; man hatte hier also mindestens 20 m freie Zughöhe zur Verfügung, welche immerhin, wenn auch nicht bedeutend, so doch annehmbar zu nennen ist und für Bohrungen bis höchstens 200 m ausreichend erscheint. Ein tieferer Bohrschacht wäre offenbar noch zweckmäßiger und vorteilhafter gewesen.

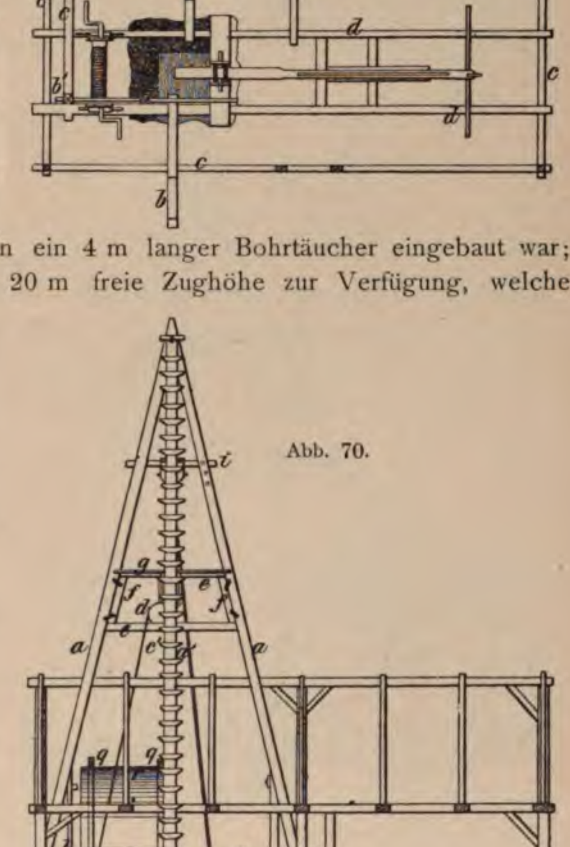


Abb. 70.

Die drei Säulen a a′, der Dreifuß genannt, sind oben an der Spitze so verbunden, dass zwei davon ineinander gezapft und die dritte a sich an diese zwei mit schiefem Zuschnitt anlehnt zugleich aber auch mit einem eisernen Bande und einer Schraube an dieselben befestigt wird. Unten stehen die drei Säulen in einem Dreieck auseinander und sind in die Grundbohlen b fest eingezapft. Letztere sind so anzubringen, dass sie womöglich unter die Schwellen der Bohrhütte c und unter jene des Schwengelgerüstes d zu liegen kommen. Das Aufstellen der Bohrhütte beginnt

mit dem Legen der Grundsohlen b; hierauf folgt das Heben der bereits verspreizten und oben verbundenen zwei Säulen a mit Hilfe von starken Hebestangen und Leitern und endlich wird die dritte Säule a' gehoben, an die zwei ersten gelehnt und in dieser Stellung festgehalten, damit ein Zimmermann auf den bereits schon früher angebrachten Sprossen (Fröschen) bis zur Spitze hinaufsteigen, und daselbst das Eisenband und die Verbindungsschraube anbringen und befestigen kann. Steht einmal der Dreifuß, dann erfolgt die Anbringung der Spreizen e und der Bolzen f und somit auch das Legen der An- und Abschraubebühne (Stangenhängbühne) g, welcher Arbeit das Anbringen der Seilscheibe h folgt.

Die zum Bohren erforderlichen Betriebsvorrichtungen sind wesentlich verschieden, je nachdem die Arbeit sich auf geringe Tiefen erstreckt und in leichten Erdschichten bleibt, so dass dieselbe dem „Bohren" ähnlich ist oder sich bei größerer Tiefe und festen Gesteinschichten mehr dem „Rammen" nähert.

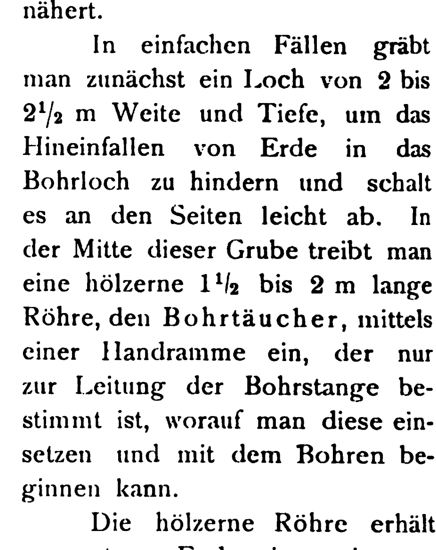


Abb. 71.

In einfachen Fällen gräbt man zunächst ein Loch von 2 bis $2\frac{1}{2}$ m Weite und Tiefe, um das Hineinfallen von Erde in das Bohrloch zu hindern und schalt es an den Seiten leicht ab. In der Mitte dieser Grube treibt man eine hölzerne $1\frac{1}{2}$ bis 2 m lange Röhre, den Bohrtäucher, mittels einer Handramme ein, der nur zur Leitung der Bohrstange bestimmt ist, worauf man diese einsetzen und mit dem Bohren beginnen kann.

Die hölzerne Röhre erhält am unteren Ende einen eisernen Schuh, der aber nicht, wie man Pfähle zuspitzt, von außen nach innen abgeschrägt werden darf. Der Durchschnitt einer solchen Röhre, Abb. 72, a a zeigt einen derartigen Schuh bei b b, welcher von innen nach außen, der Stürze einer Trompete ähnlich, ausläuft, außen aber mit der hölzernen Röhre bündig ist.

Bei Benutzung des einfachen Bohrgestelles, Abb. 62 S. 54, wird unter dem Gestell die Bohrgrube A ausgegraben, der Röhrenabschnitt h eingerammt, die Öffnung mit Brettern belegt und alles, wie beschrieben, zum Bohren vorbereitet.

Bei i ist das Bohrwerkzeug an die Stange k befestigt. Zum Heben und Senken der Stange schlingt man gewöhnlich eine fein gegliederte Kette um dieselbe, an deren Ring das über die Rolle geschlungene Seil befestigt wird.

Man senkt nun den Bohrer in die Röhre h und beginnt, nachdem die Kettenschlinge gelöst ist, mit Hilfe eines Schlüssels, Abb. 73 A, zu drehen. Man kann sich dazu auch der Zwinge B bedienen, welche jedoch mehr beim Herausziehen des Bohrers angewendet wird. Wenn nämlich die Stange durch Handkraft oder mittels des Seils so weit herausgehoben ist, dass sich der Bohrer über dem Röhrenende befindet, so legt man noch ein paar Brettstücke nahe an die der Stange und macht dicht über denselben die Zwinge, Abb. 73B oder 74, fest,

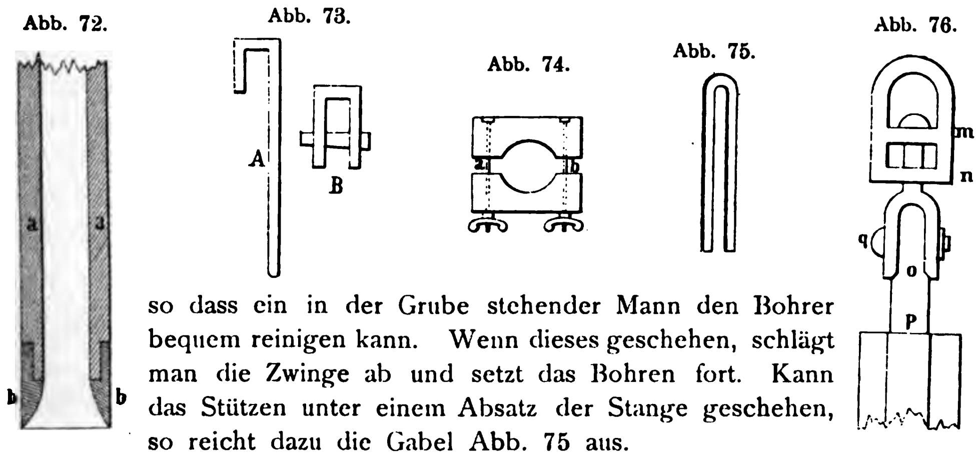


Abb. 72. Abb. 73. Abb. 74. Abb. 75. Abb. 76.

so dass ein in der Grube stehender Mann den Bohrer bequem reinigen kann. Wenn dieses geschehen, schlägt man die Zwinge ab und setzt das Bohren fort. Kann das Stützen unter einem Absatz der Stange geschehen, so reicht dazu die Gabel Abb. 75 aus.

Bei festeren Gesteinsschichten, wo man bereits das Herabfallen des Stein- oder Meißelbohrers, also das Rammen in Anwendung bringen muss, darf die Bohrstange nicht bis an die Seilrolle reichen, denn man muss in diesem Falle den drehbaren Ring oder Wirbel, Abb. 76, oben an das Stangenende anbringen und an das Seil schlagen.

Ein für feste Gesteinschichten bei uns üblicher Bohrschwengel für Handbetrieb ist in Abb. 64 S. 55 dargestellt.

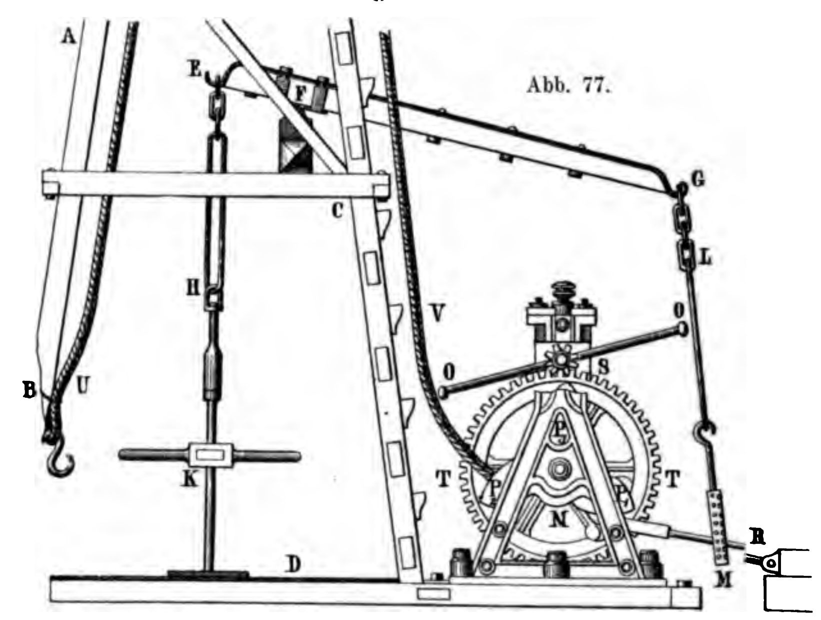
Derselbe besteht aus einem langen, vorn mit eisernen Haken versehenen hölzernen Hebel (Schwengel) a b, welcher sich in dem oben gabelartig ausgeschnittenen Ständer c um den Bolzen e drehen kann. Der mit der Schwelle d verzapfte Ständer ist gehörig verstrebt. Das Bolzenloch des Schwengels ist mit einer eisernen Büchse ausgefüttert; etwas unter ihm hat der Ständer eiserne Bänder. Der Haken nimmt bei a die starke, nach Bedürfnis länger oder kürzer herabhängende Kette auf, deren übriges Ende an einem Nagel im Ständer c festhängt. Die Aufstellung über dem Brunnenschachte, die Verbindung mit dem Gestänge und die Hebelbewegung zum Heben und Fallenlassen des Bohrers ersieht man aus der Abbildung.

Der kurze Hebelarm a e ist 0,16 bis 0,24 m, der längere e b 3 bis 4,20 m lang. Bei Beginn des Bohrens genügen 3 bis 4 Arbeiter, beim Zunehmen der Tiefe müssen mehr angestellt werden. Anfangs hat man das Hebelende a durch ein Gewicht zu belasten. Später hängt man das Gewicht an b, um das große Übergewicht der Stange zu ermäßigen. Zur Sicherheit durchzieht man die Kette noch mit einem schwachen Seile, welches man durch das Loch n steckt und anbindet. Das untere Ende der Bohrkette wird durch den starken Wirbel l

gezogen und der Kettenhaken in ein Glied gehängt. Das am Wirbel drehbare Eisenstück hat bei g eine Mutterschraube von der Stärke der übrigen Stangenschrauben. In diese wird das Stück g u (die Bohrkrücke) geschraubt, mit dem man den Bohrer drehen und leiten kann.

Beim Beginnen der Arbeit schraubt man kürzere Stangen von 1 bis 2 m an den Bohrer bei u, weil Stangen von größerer Länge zu unbequem zu handhaben sein würden.

Außer dem großen Wirbel f bedarf es noch eines kleinern, zum Ausheben und Senken des Gestänges, der an einem starken Seil befestigt wird, das über eine am Dreibock befestigte Rolle läuft, die senkrecht über der Röhrenöffnung angebracht ist. Vor Ausziehen des Gestänges muss die Bohrkrücke abgeschraubt und an der Kette zur Seite gebracht werden, der Nagel aus dem Schwengel gezogen und dieser von a nach b gerückt werden, um Platz über dem Bohr-



loche zu gewinnen. Ist dann der kleine Wirbel an das Gestänge geschraubt, so wird das Seil gewöhnlich durch einen Haspel angezogen.

Eine Abbohrvorrichtung mit Haspel von Degousée ist nach Weisbachs Ingenieur und Maschinenmechanik in Abb. 77, dargestellt. Bei derselben wird das Bohrgestänge $^1/_2$ bis 1 m gehoben.

A B C D ist der untere Teil des Bohrgerüstes; in E F G sieht man den um F drehbaren Hebel oder Schwengel, an welchem einerseits das in einem Bohrer endigende Bohrgestänge H K und andererseits eine eiserne Stange L M hängt, wodurch der Schwengel zunächst in Bewegung gesetzt wird. Ferner ist S T T ein gewöhnlicher Vorgelegehaspel mit den Kurbeln (Hörnern) O O. $P_1 P_2 P_3$ ist eine auf der Trommel N sitzende und drei Hebe- oder Druckdaumen bildende Eisenscheibe, womit ein zweiter Hebel oder Schwengel R niedergedrückt wird, welcher durch eine Schere am Ende der Stange L M hindurchgeht. Daraus geht hervor, dass durch Umdrehung des Haspels das Bohrgestänge mittels der

Daumen P, des Schwengels R, der Stange L M und des Hebels E F G emporgehoben werden kann. Damit das Bohrloch möglichst rund ausfalle, muss der Bohrer mittels eines Querarmes oder des sogenannten Stangenbündels K nach jedem Stoße um einen kleinen Teil des ganzen Umfanges umgesetzt, d. h. gedreht werden.

Wenn sich das Bohrloch so stark mit Schmand angefüllt hat, dass dadurch die Wirksamkeit des Bohrers gehindert wird, so zieht man das Bohrgestänge heraus, schraubt statt des Bohrers einen mit einem Ventile versehenen sogenannten Bohrlöffel (vergl. Abb. 106 S. 70) an das Gestänge und hängt nun dasselbe wieder ein. Um den Löffel mit Schmand zu füllen, hebt man das Bohrgestänge einigemal auf und nieder. Hierauf zieht man dasselbe wieder aus dem Bohrloche, schraubt den Löffel ab, das Bohrstück an und lässt dann das Bohrgestänge wieder in das Bohrloch, so dass nun das Bohren von neuem beginnen kann. Wenn das Bohrloch eine größere Tiefe erreicht hat, so ist das Herausziehen des Bohrers mit vielen Umständen und großem Zeitaufwande verbunden, da hierbei wie schon erwähnt wurde, das Bohrgestänge in Teile zerlegt werden muss.

Das Herausziehen wie das Hinablassen des Bohrgestänges wird durch ein starkes Tau U V bewirkt, welches über eine Rolle am Kopfe des Bohrgerüstes weggeführt ist und um die Seiltrommel des Haspels S T gelegt wird, wenn das Herausziehen erfolgen soll.

Das Abbohren besteht aus einer dreifachen Arbeit. Es ist nämlich das Bohrgestänge 1) in Hitzen von etwa 100 Schlägen emporzuheben, 2) hierbei allmählich umzudrehen und 3) von Zeit zu Zeit ganz aus dem Bohrloche herauszuziehen und wieder in dasselbe hinabzulassen.

Bei dem Bohrhause, Abb. 69 bis 71 S. 59 bis 60, ist ein Lauf- oder Tretrad angenommen, welches direkt auf der Seilwelle befestigt ist. Ein solches Rad erhält 3,75 bis 4 m Durchmesser und eine Breite von $1^1/_2$ bis 2 m.

Wesentlich bei einem derartigen Betriebe ist eine gute Bremse. Die gezeichnete lose Bremse besteht aus einem einfachen Bremsbalken u (Abb. 69 und 70), in den zwei Bremsbacken v schwalbenschwanzförmig festsitzend eingeschoben sind, um sie, wenn sie schadhaft geworden sind, leicht und schnell durch neue ersetzen zu können. Der Bremsbalken u liegt mit dem einen Ende lose in dem Einschnitte zwischen den Säulen l und w und der benachbarten Strebe, das andere Ende ruht aber auf der zweiten Säule w', und zwar ebenfalls lose, nur muss diese Säule w' äußerst fest stehen, weil sie den Unterstützungspunkt für den Bremshebel z bildet. Soll nun gebremst werden, so wird an den abnehmbaren eisernen Bremshebel x gegen die Säule w' gedrückt, wodurch der in dem Bremsbalken feste, mit einem Auge zur Aufnahme für den Haken des Bremshebels z (Bremsbaumes, Bremsdrückels) versehene eiserne Nagel y den Bremsbalken u samt den beiden Bremsbacken v an die Kränze q des Laufrades s andrückt und dessen Lauf sogleich aufhebt.

Zweckmäßiger sind die selbstwirkenden Bremsen.

Anstatt eines Lauf- oder Tretrades wird man besser ein Wasserrad benutzen. Wenn dasselbe nicht direkt am Bohrhause sein kann, erlaubt es viel-

leicht die Örtlichkeit, durch eine Drahtseiltransmission die Kraft eines Wasserrades auf die Seiltrommel des Bohrhauses zu übertragen.

Am unabhängigsten und am besten werden aber Bohranlagen dieser Größe mit einer Lokomobile ausgestattet, was in neuerer Zeit fast ausschließlich geschieht.

Die Geradführung des Bohrgestänges in der Bohrgrube durch eine hölzerne Röhre ist schon erwähnt worden. Diese Röhre heißt, wie wir wissen auch der Bohrtäucher und erhält je nach der zu erreichenden Tiefe des Bohrloches eine Länge von 1 bis 5 m, sowie einen inneren Durchmesser, welcher die Weite des Bohrloches übertrifft. Für weniger als 120 m Tiefe reicht eine Röhre von 20 bis 30 cm Weite aus. Die Röhre besteht manchmal aus zwei oder mehreren, daubenartig zusammengestellten Bohlenstücken und ist unten mit einem eisernen Schuh versehen, sie kann aber auch aus Eisenrohren bestehen, welche durch Flanschen oder Muffen miteinander verbunden sind.

Abb. 78.

Bei der schon erwähnten Thumannschen Bohreinrichtung wird meist kein solcher Bohrtäucher angewendet. Die Bohrung wird vielmehr mit einem Schappenbohrer (Abb. 78) angefangen. Sobald das Gebirge nicht mehr steht, werden Bohrröhren, von denen später noch zu sprechen sein wird, eingebaut und dann mit Bohren fortgefahren bis Nachfall der Bohrlochwände oder zutretendes Wasser wieder den Einbau von Röhren nötig macht.

Beim Einbau des hölzernen Tänchers in den Bohrschacht (Abb. 68 S. 58) wird zuvörderst im Mittelpunkt des Schachtes die Bohrlochachse y z bestimmt, das Lot x herabgelassen und am Schachtsumpfe genau unter dem Senkel eine, dem unteren Teile des Täuchers entsprechende, etwa 30 cm tiefe Öffnung a, a, vorgerichtet. Hierauf werden der Länge des Bohrtäuchers angemessen im Bohrschachte die nötigen verlornen Bühnen geschlagen, der genau vorgerichtete Bohrtäucher b mittels der Treibvorrichtung, oder wenn dieselbe noch nicht aufgebaut sein sollte, mittels eines einstweilen vorgerichteten Hornhaspels, am Seile herabgelassen, in die Vertiefung a eingeführt, senkrecht und genau unter das Lot x gestellt, an zwei oder drei Stellen verloren verspreizt und in der Vertiefung a verkeilt. Ist der Bohrtäucher nicht länger als etwa 3 m, so schreitet man sogleich zum Schlagen der Bohrbühne E, welche zugleich den oberen Teil des Bohrtäuchers festzuhalten hat. Die obere Fläche der Bohrbühne, hin und wieder auch Bohrbank genannt, soll sich etwa 80 cm unter der Mündung des Bohrtäuchers befinden, so dass der Bohrmeister über dieser letzteren gut hantieren kann. Die Bühne besteht aus starken Bohlen, die auf den Tragestempeln oder Einstrichen d und e ruhen, während diese von den Einstrichen c gehalten werden; die Enden der Stempel c und d liegen in Bühnlöchern; sie umfassen den Täucher b, welcher in dem Quadrat festgekeilt ist, so dass er eine sehr feste Stellung erhält. Längere Täucher erhalten über dem Schachtsumpf noch eine Verspreizung gleich der durch c und d. Um zu der Verkeilung a des Täuchers gelangen zu können, ist in der Bühne ein Fahrloch, welches mit einem Deckel verschlossen werden kann und eine feste Fahrt g angebracht.

Bohrgestängeleitungen sind aller 6 m im Schacht eingebaut und mit l', m und n bezeichnet; sie bestehen aus etwa 12 cm starken Holzspreizen h h', die in der Mitte bis auf 15 cm zunehmen. An dieser breiteren Stelle, die genau in die Achse Y Z fallen muss, erhält jede Spreize einen länglich viereckigen Einschnitt, entsprechend der um etwa 2 mm vergrößerten halben Seite des quadratischen Querschnittes der obersten Bohrstangen, so dass, wenn beide Spreizen h zwischen den Bolzen l' liegen und durch eiserne Stangen m, die durch jene gehen und Keile festgehalten werden, das Gestänge ganz genau geleitet wird.

Die Seile, welche man bei diesen Betrieben benutzt, waren früher ausschließlich Rundseile von Hanf, je nach der zu hebenden Last 2 bis 4 cm stark. Jetzt benutzt man auch Hanfbandseile von 12 bis 15 cm Breite und 2 cm Stärke, aus 5 oder mehr Rundseillitzen bestehend, sowie Drahtseile. Zum Anholen des Bohrgestänges benutzt man jetzt meist Drahtseile, während man bei dem sogenannten Löffeln, das später noch beschrieben werden soll, meist Hanfseile anwendet.

Jedes Treibseil muss gut geteert sein und zwar müssen schon die einzelnen Fäden der Hanfseile, bevor sie noch zu Litzen geschlagen werden, durch das Teergefäß gelaufen sein; denn nur so kann das Seil durch und durch geteert werden. Wird das Seil beim Gebrauche trocken, so muss es sogleich mit Talg (Unschlitt) oder auch mit trockener gewöhnlicher Seife gehörig geschmiert und eingerieben werden, damit es nicht vor der Zeit schadhaft werde oder gar reiße.

Jedes Zugseil hat an dem von der Seilscheibe herabhängenden Ende einen Wirbel (Seilwirbel, Gestängewirbel, Seilbügel, Kappe), an welchen sich der nach oben und nach unten zu treibende Erdbohrer befestigen lässt. Mag nun der Seilwirbel wie immer aussehen, so ist derselbe äußerst dauerhaft und haltbar herzustellen und ebenso an das Zugseil zu befestigen; weiter muss er so eingerichtet sein, dass durch ihn, wenn er an den Erdbohrer geschraubt ist, die Drehung dem Zugseile nicht mitgeteilt wird, und dass, wenn während des Treibens das Seil reißen sollte, der Erdbohrer nicht in das Bohrloch stürzen, sondern an dem Täucher abgefangen werden kann. Endlich muss sich der Wirbel leicht ausbessern lassen.

Die Zahl der Mannschaften, welche zur Bohrarbeit erforderlich ist, ist sehr verschieden und hängt von der ganzen Einrichtung ab.

Beim ersten Anfange reichen, einschließlich des Bohrmeisters, drei Mann zum Betriebe hin. Mit ihnen kann man gegen 20 bis 25 m tief niederkommen.

Werkzeuge und Geräte zum Bohren.

1) Die Bohrstangen. Ihre Stärke richtet sich nach der Tiefe des Bohrloches, 26 bis 30 mm genügen bis 60 m Tiefe, 40 mm bis 240 m. Die Länge der Stangen hängt ganz davon ab, wie hoch die zulässige Hubhöhe beim Herausziehen des Gestänges ist; sie wechselt demnach von 1 bis 5 m. Es ist zweckmäßig, sämtlichen Stangen eines Bohrapparates gleiche Stärke und Länge zu geben und sie zu numerieren, so dass die tiefste Stange mit Nr. 1 bezeichnet ist. Die Stangen sollen aus bestem Feinkorneisen bestehen und für gewöhnlich

rechteckigen oder quadratischen Querschnitt haben; es kommen aber auch runde Stangen vor und auch aus Röhren zusammengesetzte Gestänge werden benutzt.

Die Stangen werden entweder zusammengeschraubt, Abb. 79, welche Verbindung jedoch zuweilen locker wird, wenn der Bohrer rückwärts gedreht werden muss, oder zusammengeblattet, Abb. 80.

Abb. 79.

Hölzerne Bohrgestänge wurden vor der Anwendung des Seilbohrverfahrens auch, und mit Vorteil, benutzt; man nahm dazn junge Fichten oder Lärchen, von etwa 8 cm Stärke und 12 bis 15 m Länge, welche durch eiserne Schlösser verbunden wurden.

2) Bohrer für Erdschichten. Einige dieser Bohrer sind schon früher besprochen worden, man vergleiche hierzu das auf Seite 10 und 11 dieses Buches Gesagte. Der gewöhnliche Erdbohrer, die sogenannte Schappe, besteht aus einem hohlen Zylinder mit einem etwas hakenförmig gekrümmten Ende. Man benutzt ihn in Ton- und kompaktem Boden, Abb. 81.

Für dicken Schlamm und losen Sand braucht man einen Bohrer Abb. 82 mit mehr geschlossenem Löffel; er bringt den Bohrschmand mit zu Tage.

Bei hartem Ton-, Lehm- oder sonst festerem Boden nimmt man einen gleichen, aber mit kegelförmiger Schraubenspitze versehenen Bohrer, Abb. 83.

Für losen Sand kann man sich eines Kapselbohrers bedienen, welcher sich beim Bohren zugleich füllt. Er besteht, wie Abb. 84 zeigt, aus einem unten

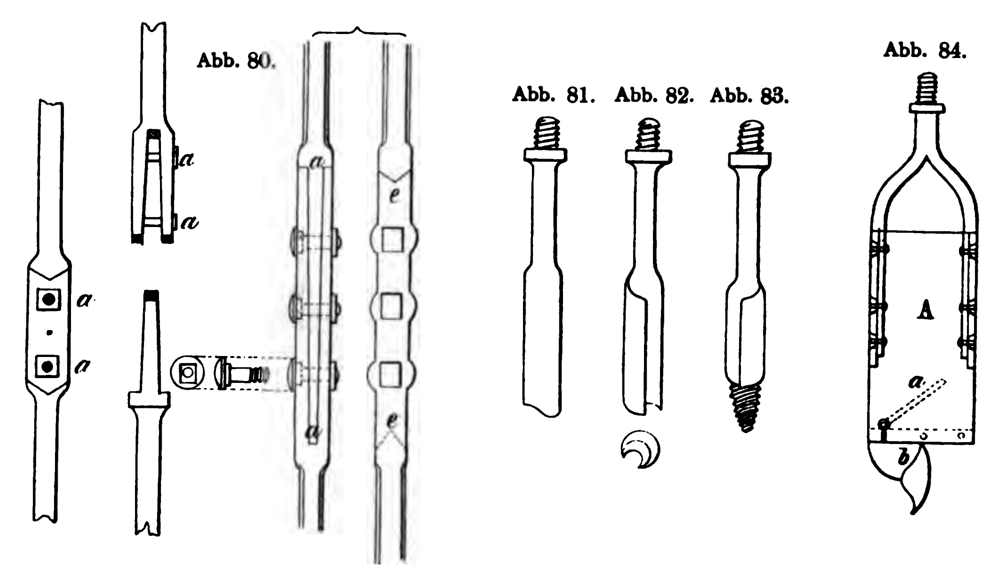
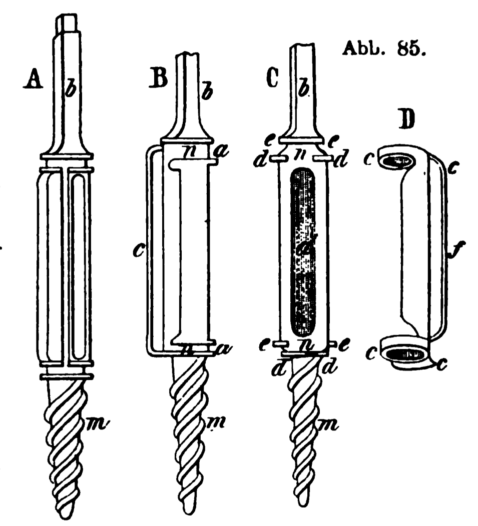


Abb. 80. Abb. 81. Abb. 82. Abb. 83. Abb. 84.

offenen, aber mit einem etwas gewundenen Ansatz b bewaffneten Zylinder A und ist im Innern mit einem Klappventil a versehen. Durch den schneckenartigen Ansatz wird der Sand beim Drehen in den Zylinder gepresst und durch die sich beim Herausziehen schließende Klappe in demselben zurückgehalten; er wirkt also wie der schon besprochene Sandbohrer (Abb. 58 S. 48).

Eine etwas zusammengesetztere Konstruktion eines Kapselbohrers ist in den Abbildungen 85 A bis D dargestellt. A stellt den Bohrer mit geschlossenem Schieber, B in der Seitenansicht, C den offenen hohlen Zylinder und D den abgesonderten Schieber dar; letzterer hat in der Mitte einen vortretenden Rücken f, um das Auf- und Zuschließen der Öffnung in der Tiefe durch die an den Bohrer sich stemmende Erde zu bewirken.

An dem Bohrstück befindet sich unten der Schraubenbohrer m, auf ihm die zylindrische Kapsel. Bei d d und e e (Abb. 85 C) sind Ringe angeschmiedet, die aber nicht voll und ununterbrochen herumgehen, sondern bei n n Ausschnitte haben. Auf die Öffnung a des hohlen Zylinders kommt der in Abb. 84 D besonders gezeichnete Schieber, der sie verdeckt und dessen Ringe c c zwischen den Ringen d d des Zylinders sich drehen lassen. Diesen Schieber kann man nun so weit auf dem Zylindermantel rechts und links verschieben, als der Zwischenraum n n oder das ausgeschnittene Ringstück d d und e e zulässt. Die Ausschnitte sind aber so bemessen, dass, wenn der Schieber links anschließt, er die Öffnung a des Zylinders ganz verdeckt, dagegen beim Anschluss rechts dieselbe frei offen lässt.



Der Schieber, wie auch die Öffnung a, ist an den Kanten zugeschärft. Beim Bohren — wobei sich ein Arbeiter auf den Dreharm, der durch das Kopfstück geht, auflegt, während zwei andere drehen — muss der Schieber sich schließen. Beim Drehen in entgegengesetzter Richtung oder nach links öffnet sich der Schieber wieder und die losgebohrte Erde fällt durch die Öffnung a in den Zylinder. Man zieht nun den Bohrer heraus, indem man ihn wieder durch Rechtsdrehen schließt und leert ihn aus.

Der Spiralbohrer Abb. 86 dringt schnell ein, seine Schneiden sind gut zu verstählen.

Zuweilen lassen sich auch Löcher in nicht zu hartes Erdreich bohren, ohne Bohrschutt zu geben, so dass ein Herausziehen des Bohrers nur selten stattzufinden braucht. Dazu bedient man sich des Bohrers Abb. 87, der im oberen Teile zylindrisch ist und nach unten in eine spitze Schraube mit tiefen viereckigen Gängen ausläuft.

Zum Heraufholen von bereits zerbröckeltem Gestein oder einzelnen kleineren Geschieben dient der doppelte Schraubenbohrer oder Krätzer Abb. 88, dessen stählerne Gewinde nicht unter $2^1/_2$ cm stark sein dürfen.

3) Meißel für Gestein. Dieselben wirken nicht schneidend, sondern zermalmend, indem sie herabfallend durch Stoß tätig werden, während man sie absatzweise dabei dreht, d. h. umsetzt. Wir sehen einen der einfacheren Art, den Meißelbohrer, in Abb. 89, von der breiten und von der schmalen Seite.

Der Steinbohrer, auch Kronenbohrer genannt, Abb. 90, hat sowohl an den Seiten, als auch unten, wo er in einer niedrigen Pyramide endet, sechs stumpfe Schneiden, welche durch Vertiefung der Zwischenweiten entstehen. Beim Fall

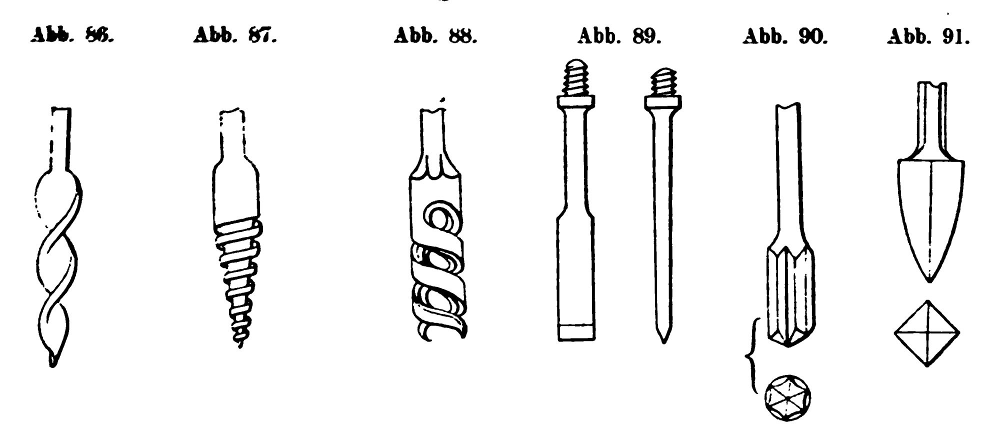


Abb. 86. Abb. 87. Abb. 88. Abb. 89. Abb. 90. Abb. 91.

wirken die Schneiden zermalmend und glätten zugleich die Bohrwand; er dringt jedoch langsamer ein als der vorige.

Der Spitz- oder Pyramidenbohrer Abb. 91 und 92, findet auch zuweilen Anwendung. Kräftige Meißelformen sind in Abb. 93 abgebildet. Dieselben werden in eine Leitstange eingeschraubt, welche entweder am Seil oder am Gestänge befestigt ist. Verschiedene andere Meißel sind noch in den Abbildungen 94 bis 100 angegeben.

4) Die Instrumente zum Ausglätten oder Nachbüchsen des Bohrloches, zum Wegschaffen der stehen gebliebenen Ecken, der sogenannten Füchse oder unrunden Stellen im Loche, sowie zu einer geringen Erweiterung des Bohrloches, oder — wenn die Anwendung noch beizeiten geschieht — zur Beseitigung einer vom Loche angenommenen schiefen Richtung, die sich dadurch bemerkbar macht, dass das Gestänge beim Laufe im Bohrloche stark streift und klemmt und mit abgeriebenen und krummen Stellen zu Tage auskommt, sind ebenfalls durch einige Abbildungen erläutert. Abb. 101 ist der Sternkronbohrer; die Bohrbüchse Abb. 102, ist an einem starken gabelförmigen Eisen angeschweißt und gut ausgerundet. Sie fällt nach der Spitze oder dem Kopfe zu stark konisch ab und hat vom Innern nach dem Rande zu eine stumpf schneidende Fase. Man kann sie zuweilen auch als Fanginstrument gebrauchen.

Abb. 92.

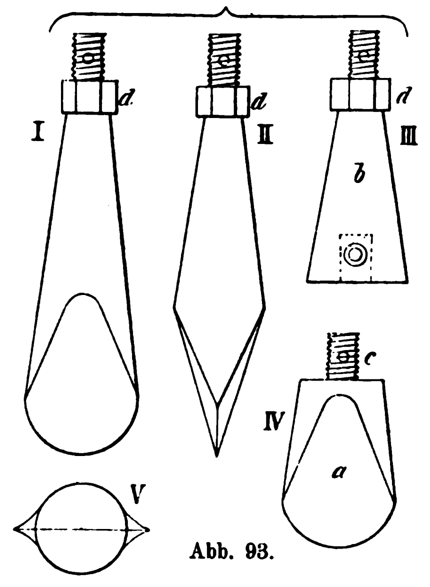
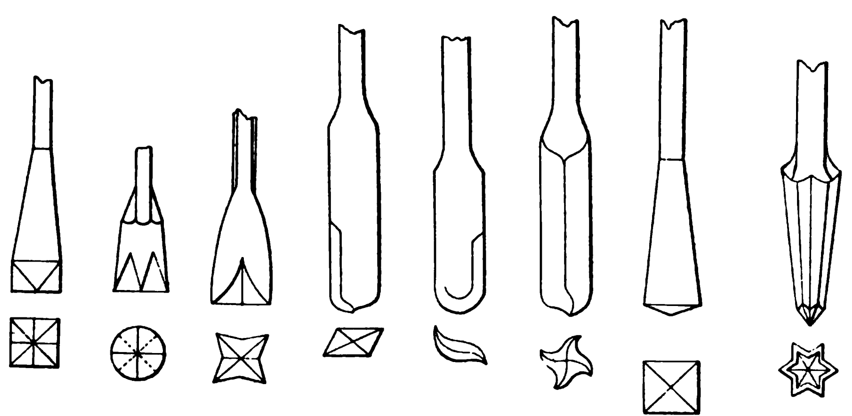


Abb. 93.

Um ein Bohrloch zu erweitern, ist die Zahnbüchse Abb. 103 recht brauchbar. Der untere Rand ab ist nicht zugeschärft, sondern wenigstens $1^1/_2$ cm stark und mit 10 bis 14 eingefeilten Zähnen besetzt.

Das Nachbüchsen geschieht behutsam im Stoße und mit mäßigem Hube, damit sich die Büchse nicht fängt. Sieht man sich genötigt, ein zu eng angefangenes Loch weiter zu machen, so bedient man sich hierzu in mildem Gesteine des Instrumentes Abb. 104, dessen Schneiden b schabend wirken.

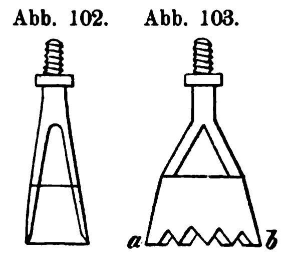
Abb. 94. Abb. 95. Abb. 96. Abb. 97. Abb. 98. Abb. 99. Abb. 100. Abb. 101.



Sobald man aber, in festem Gestein bohrt, benutzt man entweder den Kreuz- oder Kronenbohrer oder den Erweiterungsbohrer Abb. 105. Letzterer lässt sich auch zum Abbohren von Anfang an mit Vorteil brauchen.

5) Die Instrumente zum Heraufbringen von Bohrschmand oder Flüssigkeiten. Das „Herauslöffeln" des Bohrschmandes muss erfolgen, wenn der Meißel nicht mehr gehörig auf die Sohle des Bohrloches aufschlägt. Es kann auf zwei Arten geschehen, indem man das Instrument entweder an einem besonderen Seile oder mit Hilfe des ganzen Gestänges ins Bohrloch einbringt. Das Einbringen mit dem Seile, dessen Aufwickeln auf einem eigens für diesen Zweck hergestellten Rundbaume geschieht, geht sehr schnell von statten, ist aber nicht immer erfolgreich. Löst sich das Bohrmehl im Wasser auf, dessen Anwesenheit im Bohrloche notwendige Bedingung für das Löffeln, wie für das Bohren ist, da Gestein in Pulvergestalt sich nur schwer aus dem Bohrloche bringen lässt, so dringt der mittels des Löffelöhres am Seile hängende, aus einem etwa $1^1/_2$ m langen Blechzylinder mit Bodenventil bestehende Bohr- oder Schmandlöffel (Abb. 106) leicht ein und bedarf oft keiner weiteren Beschwerung. Bleibt das Bohrmehl aber fest auf der Lochsohle liegen, so muss man, weil dann der Schmandlöffel an sich nicht genug Gewicht besitzt, 2 bis 3 Bohrstangen zu Hilfe nehmen und an deren unterste das Löffelöhr anschrauben. Durch mehrmaliges Aufziehen und Fallenlassen des Löffels arbeitet sich dieser mit geöffnetem Bodenventil in das Bohrmehl ein; beim Heben schließt sich das Ventil und der Löffel bringt seine Füllung zu

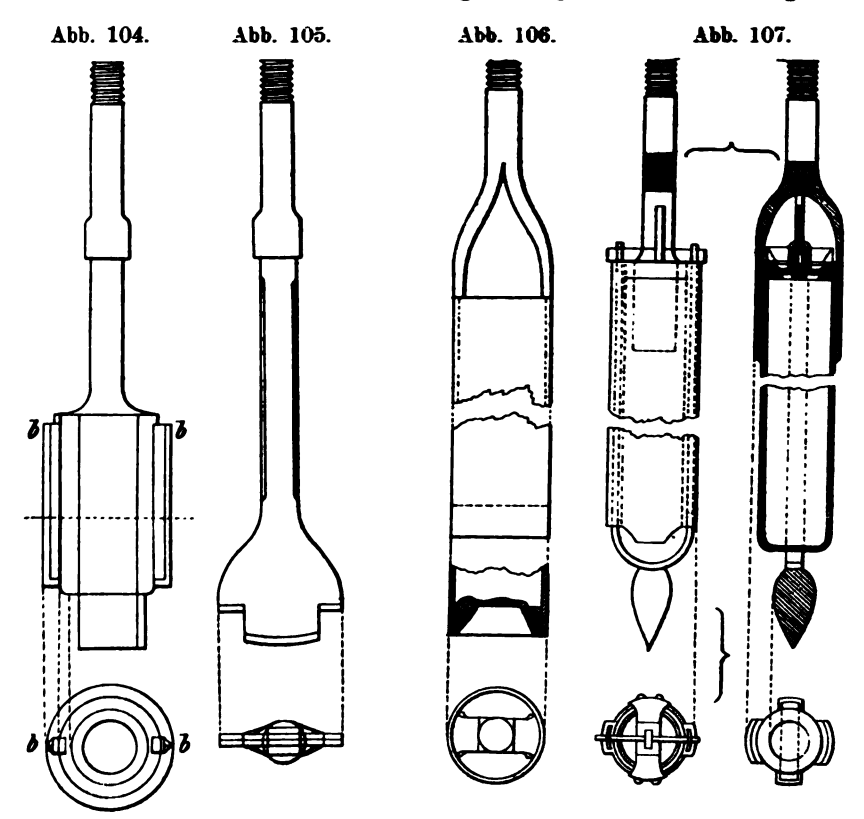
Abb. 102. Abb. 103.



Tage. Findet aber beim Anziehen des Löffels irgend eine Hemmung statt, zu deren Beseitigung das Löffelseil nicht Stärke genug besitzt, so kann dasselbe bei zu starker Anspannung reißen und den Löffel im Loche zurücklassen, was man beim Löffeln mit dem Gestänge, selbst bei bedeutenden Hindernissen, nicht so leicht zu befürchten hat.

Das Löffeln muss so lange fortgesetzt werden, bis das Instrument auf die reine Lochsohle trifft. Ob dies der Fall ist, merkt man, wenn man die Hand an das Löffelseil oder an die Stange legt. Außerdem macht sich der Bohrmeister stets an jenen beiden ein den Stand im Tiefsten andeutendes Zeichen. Vor jedem Einhängen des Löffels ins Loch muss das Bodenventil in der im Bohrhause aufgestellten Wasserkufe sorgfältig gereinigt und auf richtigen Gang und Schluss geprüft werden.

Außer dem Löffel zum Bohrschmandausführen bedarf man für den Fall, dass das Abbohren in der Absicht erfolgt, Solquellen und sonstige Mineral-



wasser aufzufinden, noch eines Solllöffels (Abb. 107). Er besteht ebenfalls aus einem blechernen, wasserdichten Hohlgefäß von einer Länge bis 2 m und ist am oberen Ende entweder mit einem in Leitungen gehenden Ventile oder statt dessen, mit einer für gewöhnlich durch einen Korkstöpsel verschlossenen Öffnung versehen. Die Leitungen ragen unten über die Löffelhöhlung etwas hervor und sind daselbst mit einem Gewichte beschwert. Stößt dessen Spitze auf den Boden des Loches, so schieben sich die Leitungen aufwärts und die Sole kann durch

das hiermit geöffnete Ventil eintreten. Nach erfolgtem Aufgange des Löffels, dessen Ventil durch jenes Gewicht zum Schlusse gelangt, kommt die Sole, bei richtiger Konstruktion des Ventils, rein an den Tag. Obgleich es notwendig ist, vor einem derartigen Löffeln das Bohrloch möglichst von allem Bohrschmande zu reinigen, so lässt sich dies doch, besonders bei stattfindendem Sandzudrange, nicht immer ermöglichen. Dann klemmen sich aber die Leitungen leicht fest und der Löffel kommt leer, statt gefüllt, zurück. Für solche Fälle, und wenn man an einer besonderen Stelle des Bohrloches von einer daselbst zudringenden Flüssigkeit eine Probe entnehmen will, ist die Verschließung des Löffels durch einen Stöpsel sicherer. Derselbe wird mit einem bis zu Tage reichenden Bindfaden in Verbindung gebracht und durch dessen Anziehen an der betreffenden Stelle des Loches, geöffnet. Beim Heraufziehen bleibt freilich die Öffnung auf und deshalb ist ein mit einer Feder sich schließendes kleines Ventil noch besser.

Die Kugelventile verdienen bei den Werkzeugen, die den Zweck haben, Sand oder Schlamm aus den Bohrlöchern in die Höhe zu schaffen, den Vorzug vor allen übrigen Arten von Ventilen. Abb. 108 stellt einen Löffel oder eine Glocke mit einem solchen Kugelventile dar. Man lässt sie mittels eines Seiles in das Bohrloch hinab und füllt sie durch eine pumpende Bewegung. Abb. 109 zeigt einen unten mit einem Schneckenbohrer versehenen Sandlöffel, den man drehend hineinbringt. Der von dem Bohrer losgemachte Sand tritt in den Zylinder und wird durch die Kugel, die auf ihren Sitz zurückfällt, sobald man das Bohrgestänge emporzieht, zurückgehalten.

Abb. 108. Abb. 109.

6) Die Vorrichtungen und Instrumente zur Beseitigung und Verhütung der beim Bohren eintretenden Hindernisse und Unfälle.

Diese Hindernisse oder Unfälle können in der Trennung zweier Stangen während der Arbeit durch Aufwinden der Schraubengänge an ihrer Verbindungsstelle oder im Bruch einer Bohrstange oder eines Werkzeuges, beim Seilbohren auch im Reißen des Seiles bestehen.

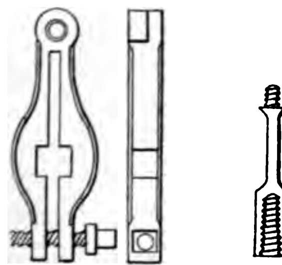
Um das Zurückstürzen des Bohrgestänges ins Bohrloch zu verhindern, wendet man die in Abb. 110 gezeichnete Fallschere oder das Stangenbündel an, welches man an das obere Stangenende befestigt.

Der Fangschraube Abb. 111 bedient man sich, wenn ein fest eingeklemmtes Stangenstück durch große Kraftanwendung des Bohrhebels oder Schwengels endlich so weit gehoben worden ist, dass die Bohrkette tiefer angelegt werden muss, aber über der Bohrröhre kein Bund angebracht ist, um dieses bewirken zu können. Die Fangschraube lässt sich dann an jedes Bruchende der Stange anschrauben und gibt der umzuschlingenden Kette am kurzen Hebelarm einen Halt.

Die Glückshaken A, B, C Abb. 112 werden gleichsam suchend und spielend so lange mit ihren viereckig oder rund gebogenen Haken um die abgebrochene, lotrecht oder geneigt stehende Stange herumbewegt, bis sie unter dem Bunde zum Greifen und Anliegen kommen. Auch wenn das Seil so zerreißt, dass viel Seil im Bohrloch ist, kann man versuchen, es mit diesen Haken bis zu Tage zu fördern.

Der einfache Federhaken Abb. 113 besteht aus zwei federnden Schienen, die mit einem schwachen Hölzchen g auseinander gestellt werden, welches, wenn es beim Herablassen auf das zu fangende Bohrstück stößt, zerbricht, worauf die zwei Federn zusammenklappen und sich fest an den heraufzuholenden Gegenstand anlegen.

Abb. 110. Abb. 111.



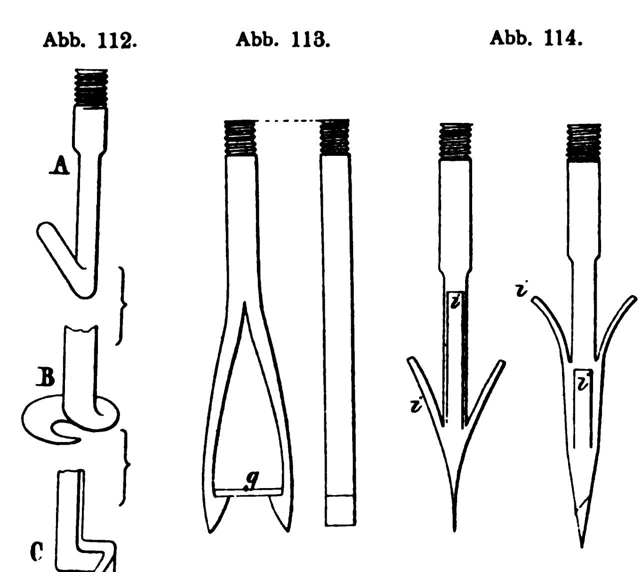
Wenn ein hohler Körper ins Bohrloch fällt, oder eine Blechhülse abbricht, so stößt man den Fanghaken Abb. 114 hinein. Die Federn legen sich dann pressend gegen die Blechhülse und machen deren Ausziehen möglich.

Es mögen nun einige Worte über das Seilbohren folgen:

Da die Wirkung der Werkzeuge beim Seilbohren nur in dem Zermalmen des Gesteins durch die Arbeit des Auffallens bestehen kann, so sind sie zu den Steinmeißeln zu rechnen und unterscheiden sich namentlich in Flachmeißel, sowie Kreuz- und Kronenmeißel.

Teils um das Einklemmen und zu starke Eingreifen des Bohrers zu verhüten, teils um die Hindernisse zu beseitigen, welche die ungleichen Wände des Bohrloches bieten und das senkrechte Eindringen des stets schlotternden Bohrers zu ermöglichen, bringt man über demselben eine sogenannte Leitstange an, Abb. 115.

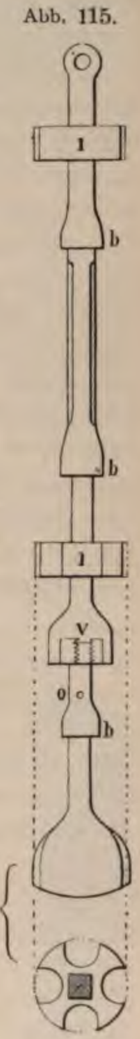
Abb. 112. Abb. 113. Abb. 114.



Der Bohrer muss mit einer gewissen, durch Schwere und Hubhöhe bewirkten Wucht auf die Lochsohle treffen, wenn diese vorrücken soll, und deshalb legt man denselben in eine je nach der Weite des Bohrloches leichtere oder schwerere, 150 bis 500 oder mehr Kilogramm wiegende, 2 bis 3 m lange, 5 bis 10 cm starke Bohrstange ein. Zur Leitstange wird diese

dadurch, dass man sie zur Erhaltung der seigeren Richtung des Bohrloches am oberen und unteren Ende mit 4 bis 5 cm hohen Leitscheiben l versieht, deren Durchmesser bis auf etwa 6 mm, wegen des nötigen Spielraumes zwischen Scheibenumfang und Lochwandung, mit dem des Bohrlochs übereinstimmen muss. Das obere Ende der Bohrstangen trägt den zur Drehung des Bohrers unumgänglich notwendigen Seilwirbel, dessen nach unten gekehrte Gabel so scharf und dicht mit dem Stangenkopfe zusammengearbeitet sein muss, dass sich die Stange mit dem Wirbel nicht auf die Seite legen kann. Das untere Stangenende geht in eine hohle Verstärkung v aus, in welche der Bohrer oder jedes andere mit der Leitstange zu verbindende Instrument, wie z. B. die Büchse zum Nachglätten des Loches, festgemacht wird. Die Verbindung mit der Stange erfolgt durch Schraubengewinde oder durch Vorsteckbolzen.

Abb. 115.



Nächst der Bohrstange ist das Seil der beachtenswerteste Gegenstand beim Seilbohren. Mit seinem oberen Ende hängt es, in ähnlicher Art wie die Bohrstangen, an einem auf und nieder zu bewegenden Hebel des Bohrgerüstes, dem Schwengel oder Drückel, jedoch so, dass seine Verlängerung mit tiefer werdendem Bohrloche sich leicht bewirken lässt. Am unteren Ende trägt es in einer, durch umgelegtes Rindsleder oder gehörig gebogenes Eisen möglichst gegen Beschädigung geschützten Schlinge den Seilwirbel und durch diesen die Bohrstange mit dem Bohrer.

Die Stärke des Seiles richtet sich nach der Tiefe und Weite des Bohrlochs. Meistens wird bei Hanfseilen eine Dicke von 25 bis 40 mm, bei Drahtseilen eine solche von 8 bis 10 mm für Löcher von 120 bis 180 m Tiefe genügen.

Die Betriebsvorrichtuugen stimmen bis auf einige unbeträchtliche Abänderungen mit den beim Stangenbohren nötigen überein.

Das eigentliche Abbohren teilt sich auch hier in die beiden Arbeiten: Bohren mit dem Meißel und Ausrunden des Loches mit der Büchse. Letzteres ist hier um so notwendiger, als man bei einem nicht vollkommen runden Loche die Leitstange mit ihren kreisrunden, das Loch fast ausfüllenden Leitscheiben gar nicht durchbringen würde.

Das Löffeln ist gleichfalls in schon früher erwähnter Weise so oft als erforderlich auszuführen.

Man rechnet auf eine Hitze 100 bis 300 Hübe des Bohrschwengels, und also auch des Meißels. Durch den angebrachten Wirbel Abb. 76 S. 61 erfolgt die Drehung von selbst infolge der Litzendrehung und Anspannung des Seils. Ist der Bohrer 10 bis 15 cm eingesunken, so muss das Seil auf der Trommelwelle um ebensoviel nachgelassen werden, was am Seil in irgend einer Weise genau angemerkt werden kann.

Wie schon früher erwähnt wurde, sind Bandseile vorzuziehen mit Rücksicht auf das selbsttätige Umsetzen des Bohrinstrumentes.

Die Gegenwart von Wasser im Bohrloche ist beim Seilbohren noch mehr als beim Stangenbohren unerlässliche Bedingung zum Gelingen der Arbeit, da diese nur dann vorrücken kann, wenn das Bohrmehl einen Brei bildet, dem mit gewöhnlich geformten Löffeln beizukommen ist, oder wenn das Wasser erweichend wirkt, wie es der Fall bei im Loche anstehendem Ton, Lehm u. dergl. ist. Deshalb sind auch die Scheiben l der Leitstange wie der Grundriß in Abb. 115 zeigt, mit Ausschnitten versehen, durch welche Wasser und Schlamm entweichen können.

Man wendet die Seilbohrmethode in Amerika, sowie in Deutschland, Österreich und anderen Ländern seit mehreren Jahren mit Vorteil an. Sie ist unter gewissen Verhältnissen allen anderen bekannten Bohrmethoden vorzuziehen, verlangt aber besonders genaue Beobachtung der jeweilig vorliegenden geologischen Verhältnisse und besondere Übung, wenn sie nicht verunglücken soll.

Auch der Einwand, den man gegen die Vorteile der Seilbohrmethode gewöhnlich macht, dass nämlich bei größerer Tiefe die Ausdehnungen des Seiles der Wirkung des Bohrers Eintrag tun, ist nicht ganz unbeschränkt, doch vermindert man diesen schädlichen Einfluss teils durch langsameres Aufholen des Bohrers beim Bohren, teils durch Anwendung eines Drahtseiles anstatt des Hanfseiles und endlich durch das regelmäßige Umsetzen des Bohrmeißels am Drahtseil mittels eines sogenannten Freifallstückes.

Fr. Jul. Noth beschreibt im Berg- und Hüttenmännischen Jahrbuch der Bergakademien zu Leoben, Pribram und Schemnitz*) in sehr ausführlicher Weise das von ihm mehrfach angewandte Erdbohren am Seil, welches er für Bohrlöcher von 8 bis 26 cm Weite mit Hanfseilen bis zu 4 cm Stärke ausgeführt hat. Unter Anwendung von 2 cm starken Drahtseilen könnten auch die Bohrmeißel noch stärker genommen werden. Als Antriebsmaschine ist eine 6- bis 8pferdige Lokomobile mit Umsteuerung erforderlich.

Die Bohrgeschwindigkeit hängt von den zu durchsinkenden Schichten ab; man gibt 30 Spiele in der Minute bei 0,50 m Hubhöhe in weichen, lettigen Gesteinarten und 40 Spiele aber nur 0,30 m Hub bei hartem Gestein, für welches ein Kreuzbohrer erforderlich ist. Das Auslöffeln oder Ausschlämmen des Bohrmehles erfolgt mit dem Schmandlöffel bei 80 bis 120 Spielen in der Minute.

Die Höhe des Bohrturmes richtet sich nach der Tiefe der Bohrung. Bei tiefen Löchern und namentlich bei solchen, welche mit Röhren ausgefüttert werden, soll der Bohrturm 15 bis 16 m hoch sein und dabei eine Grundfläche von 5 m im Quadrat haben.

Das englische Seilbohrverfahren ohne Freifallbohrer, welches in Deutschland auch angewendet wurde, z. B. in der Saline Leopoldshall bei Staßfurt wird von C. Köbrich in der Berg- und Hüttenmännischen Zeitung, August 1874, beschrieben und danach mitgeteilt im Polytechnischen Zentralblatt 1875.

Über das schon erwähnte Verrohren der Bohrlöcher ist noch folgendes zu sagen. Man wendet dasselbe entweder an, um durch Auskleidung des

*) Die Abhandlung findet sich auch in Dinglers Journal 1873.

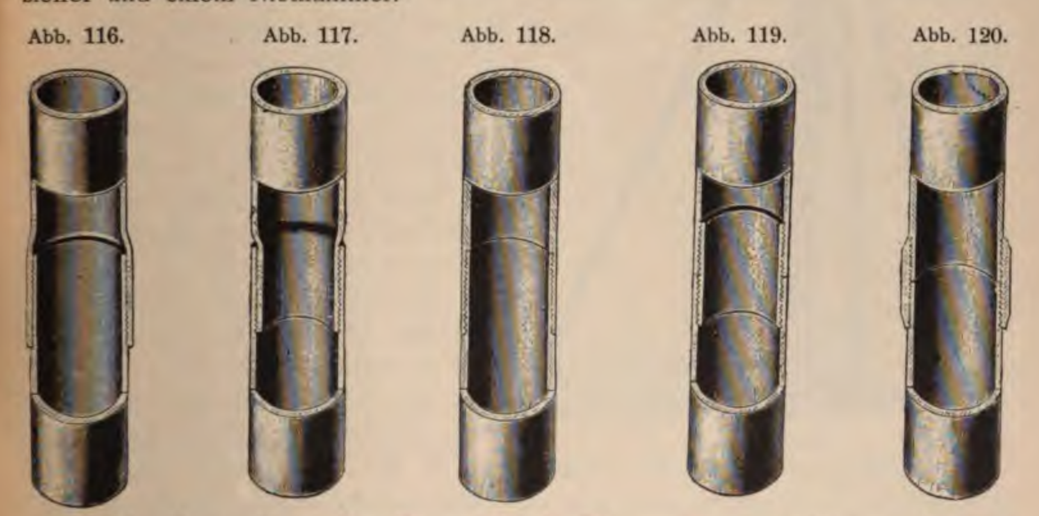
Bohrloches den Nachfall seiner Wände zu verhüten oder um einen wasserdichten Ausbau des Loches herzustellen.

Die zum Aussetzen eines Bohrloches nötigen Rohre können aus Holz oder Eisen sein.

Hölzerne Rohre beanspruchen, da sie meist nur aus gebohrten Baumstämmen bestehen, ein weites Bohrloch. Man wendet sie nicht mehr so häufig wie früher an. Gusseiserne fallen etwas schwer aus, so dass man die Rohre jetzt meist aus Schweiß- oder Flusseisen im Ganzen oder auch aus einzelnen Schwarzblechtafeln von etwa 3 bis 4 mm Stärke und 0,75 bis 1 m Länge herstellt.

Die Verbindung der einzelnen Blechrohre kann ähnlich wie die Abbildungen 116 bis 120 angeben, erfolgen. Die Schnauzen, Stöße, Wechsel oder Bunde macht man etwa 20 cm lang und bewirkt den Zusammenhang der Berührungsflächen durch eingebrachte Schräubchen oder Nieten und außerdem auch wohl durch Lötung. Die Längenfugen werden ebenfalls durch dicht eingeschlagene Nieten und nicht durch bloße Lötung vereinigt. Bevor noch Rohre ins Loch gesenkt sind, kann man deren so viele aneinanderreihen, als man später von der Seilscheibe im Bohrhausturme bis zum Bohrtäucher in einem Stück aufzurichten vermag. Mit weiterem Eindringen der Rohre ins Loch setzt man ein Stück ums andere entweder in möglichst großen, in der Röhrenwerkstatt bereits vollkommen vorgerichteten Längen auf, oder man nietet auch die einzelnen Röhrenstücke erst über dem Bohrloche selbst mit einer gewöhnlichen Nietvorrichtung zusammen. Diese besteht aus einer Nietengabel mit langem Stiele, einem, am besten dreiteiligen, Nietkolben, der die mit jener Gabel in die Nietlöcher von innen nach außen eingebrachten Nieten festhält und am Zurückfallen hindert, einem Nietenzieher und einem Niethammer.

Abb. 116. Abb. 117. Abb. 118. Abb. 119. Abb. 120.



Mehr Anwendung als die aus Blechtafeln zusammengenieteten oder -geschraubten Rohre finden in neuerer Zeit geschweißte und gezogene Rohre aus Schmiedeisen, sowie gewalzte Mannesmannrohre aus Flusseisen oder Stahl, die zwar teurer sind als jene, aber auch mancherlei Vorteile — namentlich beim

Einbau — vor ihnen voraushaben. Diese Rohre und zwar die gezogenen sowohl als die geschweißten und gewalzten, werden für gewöhnlich mit einem äußeren Durchmesser von 50 bis 310 mm und in Längen von 4 bis 6 m angefertigt; doch sind sie auch in anderen Abmessungen zu haben. Sie werden zu Rohrsträngen oder Rohrfahrten so miteinander verbunden wie die Abbildungen 116 bis 120 veranschaulichen. Abb. 116 zeigt eine Verbindung, die eine glatte Innenfläche der Rohre ergibt und in neuerer Zeit besonders gern angewendet wird. Die Verbindung Abb. 117 gibt eine glatte Außenfläche. Die in Abb. 118 dargestellte Verbindung ist innen und außen glatt, verlangt aber zu ihrer Herstellung besonders starkwandige Rohre. Bei Abb. 119 ist die glatte Außenfläche mit Hilfe eines eingeschraubten Nippels und bei Abb. 120 die glatte Innenfläche durch eine übergeschraubte Muffe erzielt worden. Damit diese Muffen beim Einbringen der Rohre nicht beschädigt werden und keinen zu großen Widerstand leisten, werden sie nach beiden Enden zu tonnenförmig verjüngt. Der Einbau der Röhren kann auf verschiedene Weise erfolgen. Ist das Bohrloch weit genug, so kann das Rohr durch Belastung oder auch durch seine Eigenlast zum Einsinken gebracht werden. Man kann die Rohre auch eindrehen. Dabei wird das obere Ende mit dem sogenannten Holzbündel Abb. 121 umspannt, in dessen Ösen zwei hölzerne Bäume gesteckt werden, die zum Eindrehen dienen. Die Röhren können endlich auch eingerammt werden. H. Thumann in Halle a. S. versieht dazu das Bohrgerüste mit einem Paar beweglicher Rammruten (Abb. 122). Am oberen Ende dieser Rammruten befinden sich drei Rollen, eine größere für die Wippkette und zwei kleinere für einen Flaschenzug zum Heben der Rohre und Gestänge. Das Eintreiben der Rohre geschieht durch Schlagen mit einem eichenen Rammbären. Zum Schutze der Gewinde wird der Rammkopf Abb. 123 in das obere Rohrende eingeschraubt und die genau passende Rohrschelle Abb. 124 um dasselbe gelegt. Das Aufplatzen der Rohre und die Beschädigung der Gewinde wird dadurch verhütet.

Abb. 121.



Abb. 122.



Vor dem Einlassen der Rohre hängt man eine ungefähr 3 m lange Holzlehre ins Bohrloch hinein, um sich von der vollkommenen Rundung des-

selben zu überzeugen, die dann nötigenfalls durch irgend ein Nachbohrinstrument bewirkt werden kann.

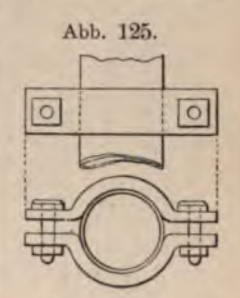
Macht sich das Einbringen eines Rohres ins Bohrloch notwendig, so genügt es nicht, nur eine gefährliche, Sand und dergl. schüttende Stelle des Loches zu verwahren, sondern man muss vom Bohrtäucher weg eine ganze Rohrfahrt in ununterbrochenem Zusammenhange bis so weit unter jene Stelle niedersenken, dass man gewiss sein kann, den fraglichen gefahrdrohenden Punkt vom Bohrloche rein abgeschnitten zu haben. Diese Maßregel macht sich, so kostspielig und aufhältlich sie auch ist, dadurch notwendig, dass man die Rohrfahrt in der Gewalt behalten und oberhalb des Bohrtäuchers mit Hilfe eines, auf demselben aufruhenden, das oberste Rohrende dicht umfassenden, nach Abb. 125 geformten sogenannten Rohr- oder Röhrenbündels befestigen muss. Außerdem würde sie leicht sich senken, verziehen und hierdurch Unordnungen im Loche hervorbringen können. Bohrt man vom tiefsten Punkte der Rohrfahrt weiter, was wenigstens mit 12 mm gegen die lichte Rohrweite vermindertem Durchmesser geschehen muss, so kann der Fall sich ereignen, dass eine zweite und dritte solche gefährliche und durch Rohre zu verwahrende Stelle mit dem Loche durchsunken wird. Ist es unter solchen Umständen möglich, die erste Rohrfahrt tiefer zu treiben, so geschieht dies; meistens wird es aber dadurch unausführbar, dass die Pressung des Gebirges gegen die Außenwand derselben so groß ist, dass das Rohr keinem Rammelschlage mehr weicht. Dann muss, unter Befolgung gleicher Rücksichten, wie vorher, eine zweite, vielleicht auch eine dritte solche Rohrfahrt gesenkt werden. Jede erhält gegen die vorhergehende einen 40 bis 50 mm geringeren lichten Durchmesser, um durch diese noch bequem hindurch zu gehen.

Abb. 123. Abb. 124.



Auch kann der Fall eintreten und ist schon oft eingetreten, dass die Röhren im Bohrloche durch Beschädigung der Wechsel, Verlieren ihrer lotrechten Stellung, stellenweise Zusammendrückung und dergl. unbrauchbar und dem ferneren Abbohren hinderlich werden. In diesem Falle, besonders wenn das Bohrloch bereits tief niedergebracht ist und man sich scheut, dasselbe aufzugeben, sucht man die Rohre entweder so weit anzuheben, dass das Übel beseitigt werden kann oder reißt sie völlig aus dem Loche heraus, um sie durch andere passendere zu ersetzen.

Abb. 125.



Zum Ausziehen der Röhren bedient sich H. Thumann des in Abb. 126 dargestellten, für mittlere Teufen bestimmten Hebel-Röhrenziehzeuges. Das Rohr wird dabei von vier gussstählernen, genau auf dasselbe passenden Keilen gefasst, welche durch einen kegelförmig ausgedrehten Ring, Abb. 127, der auf dem Rohre verschiebbar ist, fest gegen dieses angedrückt werden, wenn eine Aufwärtsbewegung stattfindet; dagegen bei der Abwärtsbewegung des Ringes sich lockern und frei am Rohre niedergleiten. Je zwei Mann an jedem der beiden, mit starkem Kopfbeschlag versehenen Hebel können einen Zug bis zu 25000 kg am Rohre ausüben. Dabei wird

kein Rohr gedrückt oder verbogen, wenn der Unterbau festliegt und das Ziehen der Bohrrohre geht in überraschend kurzer Zeit von statten.

Alle diese Vorkommnisse, wie Einhängen von Röhren, Tiefertreiben, Heben und Herausreißen derselben, haben außer zu dem vorerwähnten Röhrenbündel, welches die Röhren am oberen Ende festhält, auch zur Herstellung von Instrumenten Veranlassung gegeben, welche die Röhren am unteren Ende festhalten. Das Instrument Abb. 128 nimmt die Röhren in den beiden Haken o auf, die sich federnd um


Abb. 126.

die Stange bewegen. Damit man, wenn die Röhren am tiefsten Punkte aufsitzen, diese Haken durch Tiefersenken des Gestänges, frei machen kann, muss vorher mit dem Krummmeißel Abb. 129 an den betreffenden Stellen des Loches etwas vorgestoßen werden.

Es mögen nun einige Bemerkungen über die schon erwähnten

Freifallbohrapparate

folgen.

1. Beim Stangenbohren. Schon frühzeitig hat man das schädliche Stauchen des Gestänges beim Hinabfallen desselben und beim Auftreffen des Bohrers auf die Bohrlochsohle erkannt und verschiedene Apparate, z. B. die in Abb. 130 dargestellte Öeynhausensche Rutsch- oder Wechselschere zur Abhilfe dieses Übelstandes ersonnen.

Abb. 128. Abb. 129.

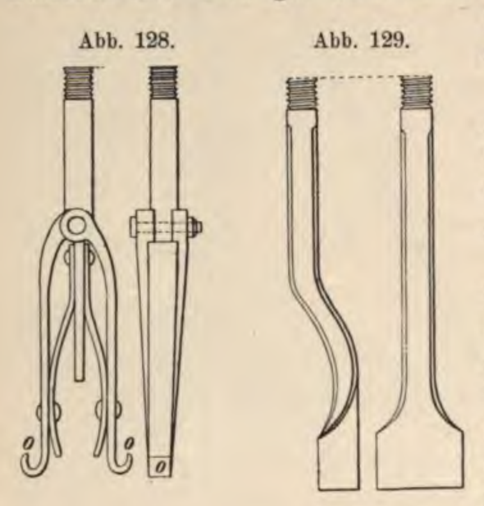


Abb. 127.



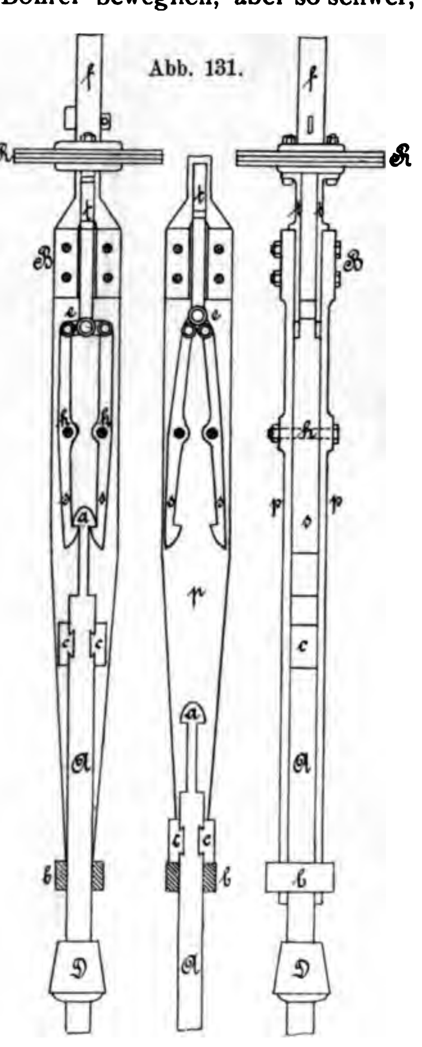
Dieselbe besteht aus der mit dem Obergestänge verbundenen Schere und dem in dieser Schere hängenden und darin verschiebbaren Abfallstücke, welches das Untergestänge trägt. Beim Aufschlagen des Bohrers auf die Bohrlochsohle gleitet das Abfallstück im Schlitze der Schere nach oben und das Obergestänge erfährt nur eine geringe Erschütterung. Dieses Instrument, welches im Jahre 1834 zuerst angewendet wurde und seiner Zeit einen sehr großen Fortschritt in der Tiefbohrtechnik bedeutete, wird nicht mehr angewendet, weil trotz seiner Benutzung die durch das Aufschlagen des Bohrers

entstehenden Erschütterungen sich teilweise immer noch auf das Obergestänge übertrugen und Brüche verursachten.

Der Zweck, das Obergestänge vom Untergestänge unabhängig zu machen, wurde weit vollkommener durch den Freifallbohrer erreicht, den der berühmte Bohringenieur Karl Gotthelf Kind im Jahre 1844 erfand. Kind überzeugte sich auch davon, dass der Wirkungsgrad nur von dem unteren Gewichte des Bohrmeißels abhängt, nicht auch vom Gestänge, welches durch den Stoß eine stark zitternde Bewegung erhält, die mit der Länge des Gestänges zunimmt und Brüche veranlasst. Er machte deshalb den Bohrer beweglich, aber so schwer, dass man bei entsprechender Hubhöhe eine genügende Wirkung auf das Gestein erreichte.

Abb. 130.

Die Abbildung 131 stellt einen Kindschen Freifallapparat dar, wie er vor etwa 60 Jahren bei einer Bohrung im Dorfe Mondorf bei Luxemburg gebraucht wurde.



Der unterste Teil ist der gewöhnliche, 5 m lange Bohrer, welcher in das unten an A befindliche Schraubengewinde D eingeschraubt wird. A liegt zwischen den 0,02 m starken, 0,15 m breiten, 1 m langen und an B festgeschraubten Platten p und kann sich zwischen ihnen auf- und niederbewegen. B verbindet mit Hilfe der 0,05 m im Quadrat messenden, 0,60 m langen Stange f die Platten mit dem Bohrgestänge. Um zu verhindern, dass A seinen Platz zwischen den Platten p verlässt, sind die letzteren durch den Ring b zusammengehalten und A ist mit den Ohren c c versehen. Der obere Teil von A ist eine 0,03 m im Quadrat messende 0,20 m lange Stange, deren oberer Teil a beim Aufgange des Bohrgestänges von der Zange s s gefasst wird. Die Zange besteht aus zwei Schenkeln, welche um die an den Platten befestigten Schrauben h drehbar nnd durch e mit der doppelten Stange t verbunden sind, welch letztere an die Scheibe R mit ihren beiden Armen angehängt ist. Diese Scheibe hat nahezu den Durchmesser des Bohrloches; sie besteht aus drei Lederscheiben, welche zwischen zwei Blechscheiben von etwas geringerem Durchmesser eingeschoben sind. Hierdurch wird ihr ein gewisser Grad von Biegsamkeit erteilt, wenn ihr der Widerstand des Wassers entgegen-

wirkt. Sie bewegt sich auf der Stange f durch die Einwirkung des Wassers, womit das Bohrloch angefüllt ist, auf und nieder. Die beiden ersten Figuren deuten den niedrigsten und höchsten Standpunkt der Scheibe an; in der ersten fassen die Kämme der Zange s den Knauf a; die Stange A ist mit dem Bohrgestänge verbunden und wird mit ihm in die Höhe gehoben. In der zweiten befindet sich die Scheibe im höchsten Punkte ihres Hubes, die Kämme sind am weitestens voneinander entfernt, der Knauf a ist ihnen entschlüpft und der Bohrer niedergefallen. Hat man nämlich das Bohrgestänge aufgehoben und lässt man dasselbe frei niederfallen, so verhindert der Widerstand des Wassers die Scheibe, der Bewegung des Gestänges zu folgen, welches anfänglich ohne dieselbe niedersinkt. Dadurch öffnet sich die Zange und der frei gewordene Bohrer fällt rascher nieder, als ihm das Gestänge folgen kann. Ein an der Stange f angebrachter Anschlag zwingt aber bald die Scheibe, der Bewegung des Gestänges zu folgen, die Scheibe biegt sich aufwärts, um das Wasser durchzulassen und hält in dieser Stellung die beiden Kämme der Scherenschenkel voneinander entfernt. Das Gestänge fällt ein wenig tiefer, als der Bohrer, so dass die Kämme der Zange unter den Knauf a hinabsinken. Hebt sich nun das Gestänge wieder, so hindert der Widerstand des Wassers die Scheibe von neuem der aufgehenden Bewegung zu folgen, die Schenkel der Schere schließen sich, ihre Kämme fassen den Knauf a und der Bohrer wird in die Höhe gehoben, wenn die Ohren c c auf den Ring b treten. Während des Aufganges presst das Wasser fortwährend auf die Scheibe, wodurch sie im niedrigsten Standpunkte erhalten und das Öffnen der Scherenschenkel verhindert wird. Die Geschwindigkeit der Bewegung hängt von dem Übergewichte des Gestänges über die von ihm verdrängte Wassermenge ab. Man pflegt sie mit Hilfe eines Gegengewichtes so einzurichten, dass 6 bis 8 Hübe in der Minute erfolgen.

Die Form des Bohrerkopfes hängt von der Härte des Gesteins ab. Bei hartem und mittelhartem Gestein, wie Sandstein und gewissen Kalksteinen, hat der Bohrer eine mehr oder weniger schlanke Schneide mit zwei zylindrischen, scharfen Ohren oder Laschen. Bei Mergel, Ton und mildem Kalksteine gab Kind dem Bohrer drei von der Achse ausgehende und unter sich gleiche Winkel bildende Schneiden. Der Bohrer wog 70 kg und der ganz aus Gussstahl bestehende Kopf desselben 35 kg. Zwei größere Ohren von Gussstahl mit zylindrischer 0,10 m langer Schneide und von dem Durchmesser des Bohrloches, waren 0,50 m über dem Bohrerkopfe angebracht; sie dienten dem Bohrer als Leitung und hinderten ihn, von der senkrechten Richtung abzuweichen, was namentlich beim Wechsel von harten und milden Gesteinslagen sehr leicht und zum großen Nachteile der Arbeit geschah.

Kind hat seine Apparate noch weiter verbessert und auch Andere haben sich erfolgreich mit der Konstruktion derartiger Freifallbohrer beschäftigt; es würde jedoch die Grenzen dieses Buches überschreiten, wenn hier noch näher darauf eingegangen werden sollte.

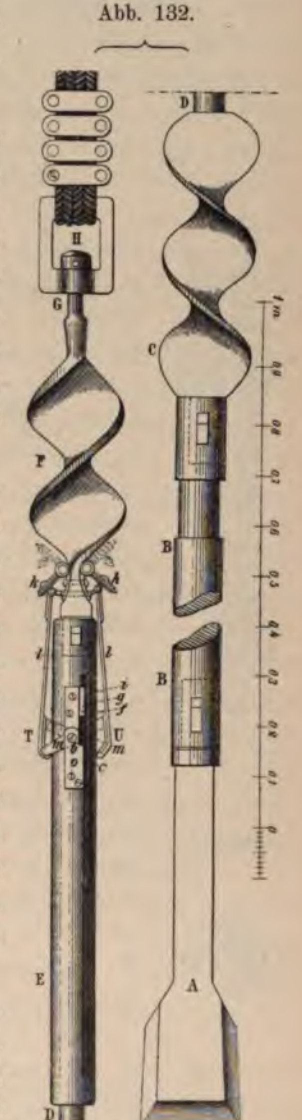
2. Beim Seilbohren. Auch bei diesem jetzt vorherrschend eingeführten Bohrverfahren hat man Freifallapparate zur Anwendung gebracht.

Als Beispiel für dieses Buch ist der Apparat von Hochstrate gewählt worden, wie er in der Preußischen Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen 1874 beschrieben ist.

In der Abbildung 132 ist die Ansicht des Apparates gezeichnet, während die Abbildungen 133 und 134 die wichtigsten Durchschnitte desselben geben.

Der eigentliche Freifallapparat besteht, ähnlich dem hier nicht näher beschriebenen Fabianschen Abfallstücke, aus einer ausgebohrten stählernen Büchse E und einer rund abgedrehten in dieser Büchse verschiebbaren Stange D aus Schmiedeeisen. In der Büchse befinden sich zwei gegenüberliegende Schlitze b, c, f, g und in dem oberen Ende der Stange D ein Stahlkeil i, welcher durch beide Schlitze der Büchse reicht und eine verschiebbare Verbindung dieser beiden Stücke bewirkt.

Abb. 132.



Die Stange D steht durch das zu einer Schnecke gewundene Flacheisen C mit der als Schlaggewicht wirkenden Bohrstange, also mit dem Bohrmeißel in solider, leicht zu lösender Verbindung. Die Büchse E steht durch die mit ihr festverbundene Schnecke F, die rund abgedrehte Stange G und dem Wirbel H mit dem Bandseile, mithin mit dem Bohrschwengel in Verbindung.

Die Schnecke F ist von links nach rechts, die Schnecke C dagegen mit derselben Steigung von rechts nach links gedreht.

Nahe über der Büchse, an dem unteren Teile der Schnecke F sind zwei Klappen k angebracht, aus Sohlleder mit Eisenblech bestehend, die sich in schmiedeeisernen Scharnieren drehen und durch zwei Riemen l aus Sohlleder mit den Hebeln m m verbunden sind. Diese Hebel sind zwischen der Büchse E und dem daran geschraubten Stahlstück o angebracht. Die Drehachse derselben ruht einerseits in der Büchse und ist andererseits in das Stahlstück o eingeschraubt. An ihren Drehpunkten sind die Hebel um so viel exzentrisch, dass sie an einem Ende in die punktierte Stellung gehoben, am anderen Ende so weit in den Schlitz hineinreichen, wie die Breite b c des rechtwinkeligen Vorsprunges beträgt. In der gezeichneten Stellung lassen die Hebel den Schlitz ganz frei.

Der rechtwinkelige Vorsprung b c ist der Abnutzung ausgesetzt und wird deshalb durch das Stahlstück o gebildet, welches abgenommen, geschärft und gehärtet werden kann. Die Klappen und Riemen aus Sohlleder, sowie auch die Hebel m halten sich sehr gut und bedürfen selten der Reparatur; auch sind diese Stücke leicht auszuwechseln.

In Abb. 132 ist der Apparat so gezeichnet, dass der Bohrmeißel A vor Ort des Bohrloches steht und der Keil i sich über dem rechtwinkeligen Vorsprunge b c des Schlitzes befindet. Wird nun das Bohrseil gehoben, so setzt der Keil i auf b c auf und der ganze Apparat samt dem Schlaggewicht hebt sich. Die Schnecke F dreht hierbei die Büchse nach rechts und die Schnecke C den Keil i nach links, so dass letzterer in seiner Lage festgehalten wird und durch etwaige Stöße nicht abgleiten kann. Der Bohrmeißel dreht sich beim Anheben nicht, weil die drehende Wirkung der beiden Schnecken gleich und entgegengesetzt ist.

Ist der Bohrmeißel um etwas weniger wie die Länge des Schlitzes gehoben, so sinkt das Bohrseil der Bewegung des Bohrschwengels entsprechend. Die Schnecke F dreht dann die Büchse E nach links, die Schnecke C den Keil i nach rechts und es stellen sich gleichzeitig die Klappen k und mit diesen die Hebel m in die punktiert gezeichnete Stellung. Durch die vereinte Wirkung dieser Kräfte wird der Keil i von dem Vorsprunge b c abgehoben und das Schlaggewicht fällt frei zur Sohle.

Abb. 133, 134.



Schnitt T U



Beim Fallen des Schlaggewichts wird dasselbe und mit ihm der Bohrmeißel durch die Schnecke C von links nach rechts gedreht und folglich wird der Meißel um so viel, wie die Weite des Schlitzes beträgt, umgesetzt. Bei weiterem Sacken des Bohrseiles ist der Meißel fest in die Bohrlochsohle eingeschlagen, die hierbei von rechts nach links drehende Schnecke F kann denselben also nicht drehen. Der Keil i gleitet hierbei an der Seite f g des Schlitzes herauf, an den noch in der punktierten Stellung stehenden Hebeln m vorbei und gelangt in den lotrecht über b c stehenden Teil des Schlitzes. Wird nun das Bohrseil gehoben, so sinken die Klappen k k und die Hebel m m sofort in die gezeichnete Stellung zurück, die Schnecke F dreht die Büchse von links nach rechts, der Keil i gleitet also an der Seite des Schlitzes hinab, setzt auf b c auf und das Spiel wiederholt sich in der angegebenen Weise.

Wegen der größeren Geschwindigkeit beim Fallen findet die Schnecke C größeren Widerstand im Wasser als die der Bewegung des Bohrschwengels entsprechend langsamer nachsinkende Schnecke F, so dass der Bohrmeißel mehr als die Weite des Schlitzes umgesetzt werden müßte. Die Versuche haben aber gelehrt, dass dieser Überschuss an Drehkraft durch die Trägheit der oberen Teile aufgehoben wird. Die Schlitze der Büchse lassen sich durch Anschrauben von Stahlschienen enger oder weiter stellen, mithin auch die Zahl der Meißelschläge auf eine Umdrehung, der Festigkeit des Gesteins entsprechend, beliebig verändern.

Das regelmäßige Umsetzen des Bohrers bedingt aber die Anwendung eines Bandseiles, weil ein rundes Seil für sich allein den Bohrer drehen und infolgedessen das Ergreifen in vielen Fällen unmöglich machen würde.

Aus vorstehendem ist ersichtlich, dass dieser Apparat, an einem flachen Seile eingelassen, den vor Ort des Bohrloches stehenden Bohrer **selbsttätig**

ergreift und aufhebt, ferner denselben um eine bestimmte Höhe frei fallen lässt und endlich bei jedem Falle den Meißel um einen beliebig zu bestimmenden Winkel dreht, und dass zu allen diesen Verrichtungen nur ein Heben und Senken des Bohrseiles erforderlich ist.

Bei dem von Jul. Noth mitgeteilten Verfahren des Bohrens mit Wasserspülung ist das Seil ersetzt durch einen Schlauch, der aus einzelnen durch Muffen (Holländer) miteinander verbundenen Teilen besteht. Als Freifallstück dient ein geschlossener hohler Apparat. Das Bohrstück ist ein ausgebohrtes $1^1/_2$ bis 2 m langes Stahlrohr mit eingesetzten Schneiden, das am oberen Ende einen Ansatz zum Fangen und zur Aufnahme des Freifallstückes besitzt.

Der Vorgang beim Bohren selbst ist folgender. Nachdem man die Bohrschneiden in den Bohrkopf eingeschoben und die Verschlusshülse übergeschoben hat, lässt man den Apparat am Bohrschlauche bis vor Ort nieder, schraubt den Wirbel am Treibseil vom obersten Ansatze des Bohrschlauches ab, dagegen den Muff des Holländers am Ende des Spiralschlauches an, setzt die Nachlassschraube mit dem Ansatze in Verbindung und öffnet den Hahn zum Einlassen des Wassers in den Bohrschlauch. Sobald das Ende des Bohrschwengels in den Lotpunkt der Vertikalachse des Bohrloches gerückt worden ist, beginnt das Bohrspiel.

Das Fallenlassen oder Abwerfen des Freifallunterstückes und Bohrstückes erfolgt beim Niedergange augenblicklich und trotz der großen Geschwindigkeit, mit welcher man bohrt, regelmäßig; also vollkommen sicher. Und zwar aus dem Grunde, dass im Augenblicke des Niederganges der Wasserdruck der den Bohrschlauch umgebenden, den Fallschirm zuvor niederhaltenden Wassersäule von dem auf die im Bohrschlauche befindliche Wassersäule wirkenden Druck überwunden wird. Dieser Druck pflanzt sich auf den unteren Teil des Freifallschirmes durch die leitende Wassersäule fort und treibt diesen selbst empor. Gleichzeitig strömt Wasser aus dem Innern des fallenden Bohrstückes mit großer Heftigkeit aus, es erfolgt eine Drehung des Bohrstückes nach entgegengesetzter Richtung infolge der Wirkung des ausfließenden Wasserstrahles bis das Bohrstück auf der Bohrlochsohle aufruht. In diesem Augenblicke eilt der Bohrschlauch mit dem Oberteil des Bohrapparates um die Fallhöhe nach, und da die Verbindung zwischen Bohrschlauch und Bohrinstrument durch die Holländer gelöst ist, so teilt sich die Drehung dem Oberteil des gesamten Bohrapparates während des Niederganges entweder gar nicht oder nur unvollkommen mit, so dass das Bohrstück bei jedem Hube regelmäßig an einer anderen Stelle des Bohrortes abgeworfen wird.

Die lebhafte Bewegung der Bohrinstrumente bringt Wasser und Schlamm in Wallung und Vermischung, wodurch der Schlammauftrieb wesentlich befördert wird.

Ein Bohrverfahren mit andauernd gedrehten Gestängeröhren und Diamantbohrer, wie es seiner Zeit bei Böhmisch-Brod angewendet wurde, findet sich in den Mitteilungen des Architekten- und Ingenieurvereins im Königreich Böhmen 1875 beschrieben und auch im Polytechnischen Zentralblatt 1875 mitgeteilt.

Eine Lokomobile erteilt durch entsprechende Transmission dem Röhrengestänge (das oben 50 mm, unten 75 mm Weite hat, mit einem Bohrkopfe von 225 mm) etwa 120 bis 125 Umdrehungen pro Minute, während gleichzeitig in dasselbe Wasser hineingepumpt wird, welches dann zwischen dem Gestänge und der Bohrlochswand herausfließt, den Schlamm mit sich führend. Näher kann auf diesen sehr wichtigen Gegenstand sowie auf die sonst noch zur Anwendung kommenden anderen Bohrweisen hier jedoch nicht eingegangen werden.

Das Wasser steigt in den Bohrlöchern zuweilen bis zu bedeutender Höhe über die wasserführende Schicht empor und erhebt sich sogar manchmal hoch über die Erdoberfläche. Solche frei ausströmende, gebohrte Brunnen nennt man, wie schon mehrfach bemerkt wurde, artesische Brunnen. Während dieselben in früheren Zeiten ziemlich selten vorkamen, obwohl sie schon im Altertum den Ägyptern und Chinesen bekannt waren, nimmt ihre Zahl in der Jetztzeit infolge der verbesserten Bohrtechnik immer mehr zu. Das Bohren artesischer Brunnen hat besonders im Flötzgebirge und hier vorzugsweise in der Kreide Aussicht auf Erfolg; im Urgebirge dagegen ist die Herstellung überfließender, gebohrter Brunnen nicht möglich, weil dem Gebirge die unterirdischen Spalten und Hohlräume fehlen. Ein genügender Wasserzufluß kann nur in einer Gebirgsart erwartet werden, die von Klüften, Spalten usw. in ausgedehntem Maße durchsetzt ist. Wird eine solche wasserführende Spalte, die von undurchlässigem Gebirge überdeckt ist, angebohrt, so steigt das Wasser im Bohrloche wie in einer Röhre empor und wenn die Bohrlochmündung tiefer liegt als der Spiegel des Grundwassers, durch welches die angebohrte Spalte gefüllt wird, so wird es in der Gestalt eines springenden Strahles frei aus der Mündung des Bohrloches austreten (Abb. 7 S. 7). Die Höhe, bis zu welcher dies geschieht, bleibt nicht immer dieselbe, sie wird zunächst stetig sinken, weil durch die Wasserausströmung eine Absenkung des Grundwasserstandes stattfinden wird und kann dann nur gleich bleiben, wenn die abgezapfte Wassermenge und die Menge, welche die Spalte speist, gleich sind. Wird ein zweiter Brunnen bis in dieselbe wasserführende Schicht gebohrt, so wird die Ergiebigkeit des ersten in der Regel abnehmen; doch sind auch Fälle beobachtet worden, in denen dies nicht der Fall war. Es kommt vor, dass man beim Tieferbohren eines solchen Brunnens noch eine weitere wasserführende Schicht trifft, welche noch mehr Wasser liefert als die erste; es kann aber auch geschehen, dass der erste Brunnen versiegt. Dies wird eintreten, wenn man auf eine Erdschicht stößt, die für Wasser zwar durchlässig ist, bisher aber kein Wasser enthielt. Das in einer oberen Schicht erbohrte Wasser wird dann durch diese untere Schicht abgeführt Einen solchen Brunnen nennt man einen ableitenden Brunnen. Die Ergiebigkeit artesischer Brunnen ist im Vergleich zu den Kosten, welche sie verursachen, ziemlich gering. Aus diesem Grunde sind die artesischen Brunnen für größere Wasserversorgungen nicht geeignet und werden meist nur für den häuslichen und geringeren gewerblichen Verbrauch angewandt. Brunnen, welche 5 Sekundenliter und darüber geben, gehören schon zu den Seltenheiten. Über die Beschaffenheit des artesischen Wassers wurden schon früher einige Mitteilungen gemacht.

Rohrbrunnen, Rammbrunnen, Schraubebrunnen.

Die Herstellung der Rohrbrunnen, die fast stets gebohrt werden, ist schon im vorigen Abschnitte erläutert worden. Sie eignen sich besser als Kesselbrunnen für größere Tiefen und sind trotz ihrer kleineren lichten Weite verhältnismäßig ergiebiger als jene. Die Bohrlöcher für die Rohrbrunnen werden mit Metall ausgekleidet, verrohrt, und diese Auskleidung bildet den Brunnenmantel oder den eigentlichen Brunnen, dem das Wasser von unten durch den Boden und von den Seiten her durch Schlitze, wie wir sie schon bei dem eisernen Ausbau der Kesselbrunnen kennen lernten, zuströmt. Zur Auskleidung benutzt man Schmiedeeisen, Gusseisen oder Kupfer; es ist aber hierbei zu berücksichtigen, dass Schmiedeeisen in den oberen Erdschichten durch Kohlensäure leicht angegriffen wird, wenn Luft hinzutreten kann. Soll das Wasser von unten zutreten, so bringt man wohl, nachdem das Bohrloch die gehörige Tiefe erreicht hat, eine Schüttung Kies von nach oben zunehmender Korngröße in das Rohr ein und zieht dieses bis in die oberste Kiesschicht empor oder man senkt statt der Schüttung einen sogenannten Filterkorb aus durchlochtem Kupfer- oder Eisenblech ein und umschüttet ihn mit feinem Kiese. Um den etwa, namentlich in der ersten Zeit, eindrängenden feinen Sand zu entfernen, muss man den Brunnen zu Anfang seines Betriebes stark in Anspruch nehmen. Derartige Rohrbrunnen, die Weiten bis zu 400 mm erhalten, bilden gegenwärtig die am meisten angewendeten Vorrichtungen zur Grundwassergewinnung.

Die einfachste Art der Rohrbrunnen sind die auch schon erwähnten Rammbrunnen oder Abessinierbrunnen. Dieselben sind aber nur bis zu etwa 10 m Tiefe und bis zu Weiten von ungefähr 80 mm in Gebrauch. Ein Abessinierbrunnen von 25 mm Rohrweite kann an günstigem Orte 0,6 sl und ein solcher von 80 mm 2,5 sl und darüber liefern.

Wie schon in einem früheren Abschnitte erwähnt wurde, ist die Verwendung der Rammbrunnen nur bei leicht zu durchdringenden Erdschichten zweckmäßig.

Wo es sich um rasche oder um vorübergehende Beschaffung von Wasser handelt, erfüllt der Rammbrunnen meist seinen Zweck. Er besitzt schon deshalb Vorteile, weil er jederzeit wieder herausgezogen und an anderen Stellen verwendet werden kann.

Nachstehende Angaben eines Praktikers (Blum, der „Rohrbrunnen" in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1871) mögen einige, auch jetzt noch wertvolle Erläuterungen über die Herstellung dieser Brunnen geben.

a) Herstellung in leichtem Sandboden. Die Erfahrung hat gelehrt, dass es vorzuziehen ist, mit einem Erdbohrer bis auf die wasserführende Schicht vorzuarbeiten, anstatt das spätere Brunnenrohr sofort einzubohren oder einzurammen.

Man benutzt einen Spiralbohrer (vergl. Abschnitt 4 S. 12) von etwa 50 mm Durchmesser, der eine 13 mm starke Bohrstange von etwa 1,50 bis 1,75 m Länge hat. Oben an dieser Stange, welche man beim Bohren in einer leichten

Führung laufen läßt, sitzt ein Vierkant, auf das ein Windeeisen aufgesteckt wird. Es wird mit diesem Bohrer in der Weise gebohrt, dass man jedesmal etwa 30 bis 50 cm in den Boden dreht und dann den Bohrer und mit ihm die ausgebohrte Erde in die Höhe zieht. Auf die Bohrstange werden nach Bedarf entsprechende Verlängerungen aufgebracht. Das Bohren setzt man so lange fort bis man in eine nasse Kiesschicht gelangt. Dann entfernt man das Bohrzeug und senkt das Brunnenrohr in das Bohrloch. Dieses Rohr hat am unteren Ende eine Spitze, welche etwa noch vorstehende Erdteile zu entfernen bestimmt ist. Das Rohr wird eingedreht und zwar geschieht dies mit einer sogenannten Rohrschelle wie sie schon früher erwähnt wurde, und die nach Bedürfnis hoch und niedrig geschraubt werden kann. Das Rohr ist ein schmiedeeisernes Rohr von 33 bis 40 mm lichter Weite, welches mittels der bekannten Muffenverschraubung beliebig verlängert werden kann.

Am unteren Ende des Rohres befinden sich die Saugeöffnungen, hergestellt durch eine Anzahl ringsherum eingebohrter Löcher, während oben die Pumpe aufgesetzt wird. Ist nach dem Vorstehenden verfahren worden, so hat man nur nötig, Wasser auf die Pumpe aufzugießen und es wird beim Bewegen des Schwengels bald Wasser aus der Pumpe herauskommen, das am Anfang trübe ist aber bald vollständig klar wird. Das Aufschrauben der Pumpe geschieht mittels Gasgewindes, das man nur mit etwas Bindfaden und Mennigkitt behufs Dichtung zu umwickeln hat. Es ist dabei vorzuziehen, dass die Muffen an der Pumpe und nicht am Rohre angebracht ist. Bei Pumpen mit entsprechendem Säulengestell für dauernde Aufstellung ist auch Flanschendichtung zweckmäßig.

Um die oft störend empfundenen Übelstände zu beseitigen, dass die Pumpe Sand mit sich führt, ist folgendes zu beachten. Die Saugeöffnungen am unteren Ende des Rohres sind mit einem Siebe von feinster Metallgaze zu umgeben und zwar ist dieses Sieb mit Zinn anzulöten. In Gegenden, wo sich eine Kiesschicht nicht findet, wo dagegen feiner Triebsand vorkommt, ist dieses Sieb doppelt umzulegen und noch mit einer Hülse von Zink oder Kupfer zu umgeben, welche letztere eine größere Anzahl feiner Löcher haben muss. Bei Kiesboden ist diese Hülse nicht nötig. Das feine Sieb ist dadurch beim Einbohren genügend geschützt, dass die am unteren Ende des Rohres befindliche Spitze einen etwas größeren Durchmesser als das Rohr selbst hat. Weiter ist es zweckmäßig, dass die Saugelöcher erst etwa 30 cm über dem unteren Ende des Rohres beginnen, da dadurch gleichsam ein kleiner Behälter gebildet wird, in dem sich etwas Sand absetzen kann; der Sandzugang ist nur zu Anfang der Benutzung zu erwarten. Zur Fernhaltung feinen Sandes von der aufgeschraubten Pumpe wird im Innern des Rohres, dicht über dem durchlöcherten Teile desselben, oft ein einfaches Kugelventil angebracht.

Trotzdem kommen ab und zu feine Sandteile mit dem Wasser herauf, infolgedessen die Ventile zuweilen nicht dicht schließen und die Pumpe abläuft; durch das erwähnte Kugelventil wird letzteres sehr erschwert.

Es empfiehlt sich, zum ersten Abpumpen des Brunnens eine besonders zu diesem Zwecke bestimmte Pumpe zu nehmen, die eigentliche Pumpe aber erst dann aufzusetzen, wenn das Wasser klar geworden ist (Abb. 135).

Bei der zum dauernden Gebrauche bestimmten Pumpe ist darauf zu halten, dass das Saugeventil leicht zugänglich ist. Das letztere kann von Leder gemacht werden, welches vorher in Talg zu sieden und dann glatt zu schaben ist. Dieses Leder schlägt auf einen geraden Sitz von Eisen oder Metall, noch besser von Holz.

In weichem oder sandigen Boden kann man auch sogenannte Schraubbrunnen niederbringen, bei welchen das mit den erforderlichen Sauglöchern versehene Rohr einfach in die Erde geschraubt wird. Dasselbe ist an seinem unteren Ende an Stelle einer Spitze mit zwei ziemlich steilen Schraubengängen versehen und kann mit Hilfe eines Röhrenbündels oder Krückels in den Erdboden eingedreht werden. Die Schraubbrunnen werden verhältnismäßig selten und selbst in weichem Boden kaum über 6 m Tiefe angewendet.

b) Herstellung in schwerem Lehmboden. In diesem Falle ist das Einrammen des Brunnens mehr zu empfehlen, obschon auch mit dem Bohren günstige Resultate erzielt werden. Dabei kann man aber nicht das leichte vorher beschriebene Bohrzeug benutzen, sondern ein Hohlbohrzeug, welches mit Dreibock und Winde in die Höhe gezogen werden kann. Mit diesem bohrt man bis auf die Sandschicht und setzt dann das Pumpenrohr ein. Übrigens kann letzteres, wenn es mit einer Spitze versehen ist, auch selbst eingerammt werden, wie schon angedeutet wurde.

Abb. 135.



Ist der Wasserspiegel über 6 m unter dem Erdboden, so ist es manchmal empfehlenswert, den Pumpenzylinder so tief zu legen, dass diese Saugehöhe nicht überschritten wird.

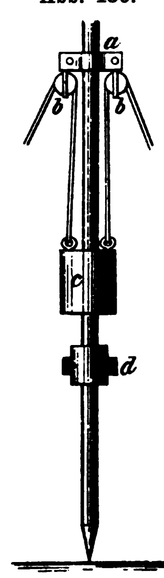
Dieses Tieferlegen des Zylinders bringt auch den großen Vorteil mit sich, dass man das lästige Einfrieren der Pumpe im Winter verhütet. Da der Frost nie viel tiefer als etwa 1,25 m in die Erde dringt, so bringt man zwischen dem höchsten Stande des Kolbens und der Erdoberfläche an dem entsprechend verlängerten Pumpenzylinder einen kleinen Hahn an, der im Winter geöffnet werden kann. Derselbe muss sich unter der oben angegebenen Frosttiefe befinden, so dass das Wasser bis dahin abläuft. Dabei bleibt immer noch etwas Wasser über dem Kolben stehen und es bedarf nur einiger Kolbenspiele, um dasselbe bis zum Auslaufschnabel zu heben. Gegen das Einfrieren der Pumpe kann man sich auch dadurch schützen, dass man in das Ventilleder ein kleines Loch schneidet, welches beim Pumpen nicht stört, aber dem nach beendigtem Pumpen über dem Ventile stehenden Wasser den Abfluss gestattet, so dass es nicht zum Gefrieren kommt.

Zuweilen stellt sich der Übelstand ein, dass das gebohrte Loch in der Sandschicht wieder zugeschwemmt wird, so dass man mit dem nachher einzusetzenden Rohre nicht tief genug in diese Schicht hineinkommt. In diesem

Falle empfiehlt es sich, mit einer leichten Rammvorrichtung eine Eisenstange von der Stärke des einzusetzenden Rohres durch den Sand zu rammen, und diese Stange nachher wieder herauszuziehen; das so erzeugte Rammloch wird nicht so leicht zugeschwemmt.

Nortons Vorrichtung zum Einrammen von Rohrbrunnen ist in Abb. 136 dargestellt. a und d sind zwei auf dem einzurammenden Rohre zu befestigende Schellen, die, wenn das Rohr um ein gewisses Maß eingerammt ist, entsprechend nach oben geschoben werden können. An der Schelle a befinden sich zwei Rollen b, über welche die Rammseile gehen, die an den Rammbär c angreifen. Der Bär fällt auf die Schelle d nieder und treibt dadurch das Rohr in den Boden ein. Mit einer solchen Vorrichtung können Rohre bis 15 cm Durchmesser in nicht zu festen Boden eingerammt werden.

Abb. 136.



Wenn dieser jedoch großen Widerstand bietet, muss man die Anordnung derart treffen, dass die Rollen, über welche die Taue gehen, an einem festen Dreibocke angebracht sind, in dessen oberem Teile zugleich das einzurammende Rohr geführt wird (Abb. 137). Der Rammbär schlägt aut eine starke, an dem Rohre befestigte zweiteilige Schelle, welche, dem Einsinken des Rohres entsprechend, von Zeit zu Zeit wieder gelöst, höher gezogen und wiederum befestigt wird.

Es empfiehlt sich, diese Schelle möglichst hoch zu machen und derart zu bearbeiten, dass sie an allen Stellen fest und dicht am Rohre anliegt, so dass der durch das Anziehen der Schrauben entstehende Reibungswiderstand größer wird als die nach abwärts wirkende Kraft der Rammschläge. Man macht diese Schellen am besten aus 20 mm starkem Flacheisen und etwa 250 mm hoch; zum Anziehen dienen 6 Stück Schrauben.

Selbstverständich ist das am unteren Rohre befindliche Einströmungssieb derartig zu schützen, dass es beim Einrammen nicht leidet; es geschieht dies am einfachsten dadurch, dass man die Rammspitze an ihrer stärksten Stelle größer im Durchmesser macht, als der äußere Rohrdurchmesser ist.

Das Ausheben eines eingerammten Rohres aus der Erde, falls kein Wasser gefunden, wird am leichtesten dadurch bewerkstelligt, dass man unter der am Rohre befestigten Schelle eine gewöhnliche Wagenwinde angreifen lässt. Man kann aber auch die Rohrschelle über dem Rammbär befestigen und den Brunnen mit nach oben gerichteten leichten Rammschlägen lockern. Das Einbohren der Rohre bietet den Vorteil, dass sie sich leichter herausziehen lassen, als die eingerammten Rohre. Außerdem hat man beim Vorbohren die Annehmlichkeit, dass man weiß, wie die Erdschichten beschaffen sind, während man beim Einrammen vollständig unklar über die Bodenbeschaffenheit bleibt.

Der in den Abbildungen 138 und 139 dargestellte, von Donnet konstruierte fahrbare Apparat zum Einrammen von Brunnen arbeitet mit Röhren von 4 bis 7 cm Durchmesser unter der Bedingung, dass die erste Röhre mit einer gestählten Spitze versehen ist, oberhalb welcher sich Löcher befinden;

dass sie senkrecht gut geführt wird und dass man über einen 100 bis 120 kg schweren Rammklotz verfügen kann. Der Apparat besteht aus einem kleinen Wagen, dessen Räder durch geeignete Bremsen unbewegbar festgestellt werden können. Die Teile der Rammaschine, welche beim Transport auf die Plattform des Wagens zurückgeklappt sind, werden um ein Scharnier in die Höhe gerichtet, und befinden sich dann sofort in arbeitsbereitem Zustande. Jedes Rohr ist mit einem Muff ausgestattet, gleitet bei seiner Einsenkung in einer Führung und wird durch den Stoß des ringförmigen Rammklotzes niedergetrieben. Letzterer wird mit Hilfe symmetrisch angeordneter Ziehleinen durch einen oder mehrere Arbeiter in die Höhe gehoben. Der Rammklotz, welcher auf die durch den Muff gebildete Röhrenerweiterung schlägt, umgibt den oberen Teil der Röhre. Letztere gleitet in einer nahe am Boden und einer am höchsten Punkte der Maschine angebrachten Führung, und ist dadurch gegen jede Abweichung gesichert.

Abb. 137.

Der ganze Apparat wiegt 550 kg.

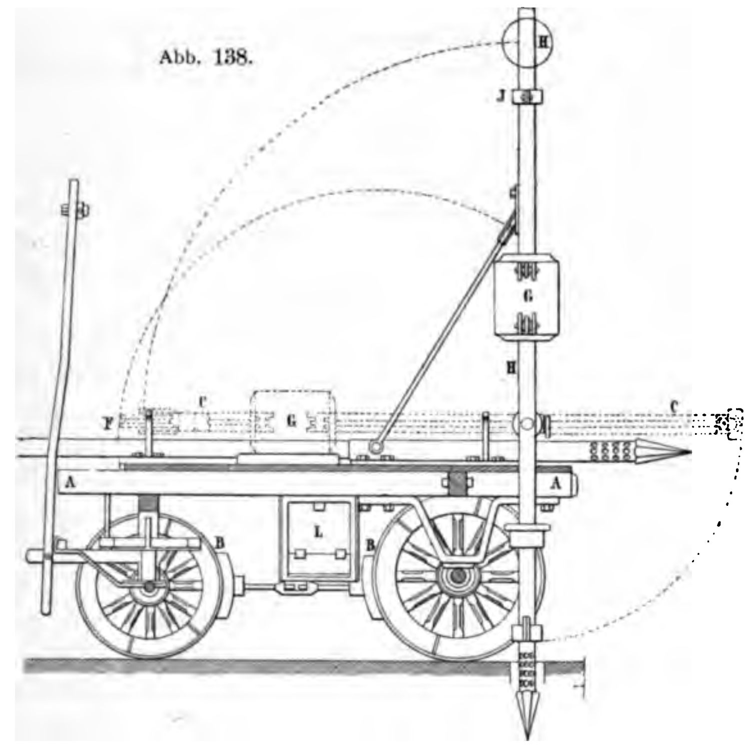


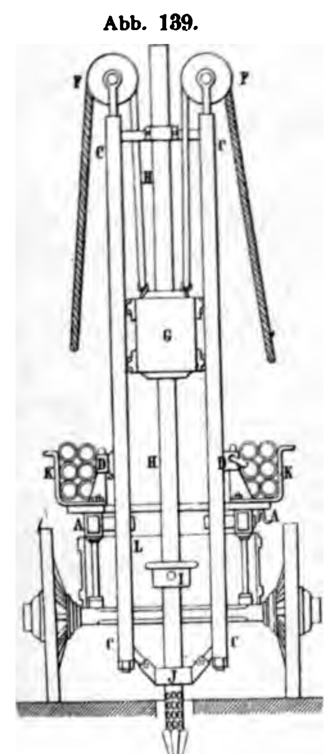
Abb. 138.

Das Fahrzeug trägt sämtliche zum Betrieb nötigen Geräte und lässt sich ohne Schwierigkeit überall hinschaffen. Wenn eine Röhre eingetrieben ist, so verbindet man sie mit der folgenden durch einen Muff und lässt dann den Rammklotz auf diese ebenso, wie auf die vorhergehende, wirken.

A ist der aus einer auf vier Rädern ruhenden Plattform bestehende Wagen. Die Bremsbacken B dienen zum Feststellen der

Räder, wenn der Apparat an Ort und Stelle ist, wo er arbeiten soll. C C sind die miteinander verbundenen Läuferruten der Ramme, welche sich während des Transportes samt dem Rammklotz G auf die Plattform des Wagens umlegen lassen und zu diesem Zwecke um die Zapfen D D drehbar sind. Aufgerichtet erhalten sie durch die Streben E die erforderliche Standfestigkeit. Auch diese Streben können, da sie um ihr unteres Ende drehbar sind, auf den Wagen zurückgeklappt werden. An dem oberen Ende jeder der Läuferruten C C sind die Rollen F F befestigt, über welche die zur Hebung des Rammklotzes dienenden Ziehleinen laufen. Der Rammklotz ist in seiner Mitte durchbohrt und gleitet mit dieser Durchbohrung über der einzurammenden Röhre H, wobei der an die letztere befestigte Muff J als Ambos dient und die Stoßwirkung empfängt. An beiden Seiten des Rammklotzes sind Führungsrollen angebracht, welche in Rinnen der Läuferruten C C laufen und dadurch seine Hebung erleichtern. Die Röhre H ist an ihrem unteren Ende siebartig durchlöchert und mit einer verstählten Spitze versehen, welche das Eindringen in das Erdreich erleichtert. Sie gleitet durch die oben und unten an den Läuferruten angebrachten Führungen, so dass sie von der senkrechten Richtung nicht abweichen kann. K K ist der Röhrenvorrat zu beiden Seiten des Wagens, L ein unter der Plattform des letzteren angebrachter Werkzeugkasten.

Abb. 139.



Wie bei den gebohrten Brunnen, so kann man auch bei Rammbrunnen einen Wasserstrahl zum Niederbringen benutzen, und, wenn die Stelle glücklich gewählt ist, nicht bloß Wasser, welches noch durch eine Pumpe zu Tage gefördert werden muss, sondern auch einen springenden (artesischen) Brunnen erhalten.

In der deutschen Industrie-Zeitung (Chemnitz) Jahrgang 1875, finden sich Mitteilungen von H. Speck in Kiel über in dortiger Gegend ausgeführte Brunnen dieser Art.

Ähnlich wie bei den Nortonschen oder abessinischen Rohrbrunnen wird ein starkes schmiedeeisernes Rohr, welches unten offen und auf 2 m Länge in der Wandung durchlocht ist, durch einen Rammapparat eingetrieben. Man nimmt hierzu meistens starke Gasröhren von 44 mm lichter Weite, welche durch übergeschraubte Muffen verbunden werden. Hat man etwa 6 m Rohr weggerammt, so beginnt man mit der Ausräumung desselben durch die Druckpumpe. Man setzt dann ein schwächeres Rohr von 22 mm Weite in das erstere ein, bringt es durch einen starken Gummischlauch mit einer Druckpumpe in Verbindung und treibt einen kräftigen Wasserstrahl in den eingerammten Röhrenstrang.

Indem man das eingeschobene schwächere Pumprohr, welches die „Bohre“ genannt wird, um 45° hin- und zurückdreht, wird der Boden gelockert und der

Wasserstrahl treibt ihn nach oben. Man setzt die Bohrung in dieser Weise unterhalb der Röhren fort und kann im Thonboden 2 bis 3 m vorbohren. Sodann treibt man die Röhren durch Rammschläge tiefer, bringt die Bohre wieder in Tätigkeit und setzt so abwechselnd die Arbeit fort. Um mit dem Bohrrohre den Boden besser lockern zu können, ist in seine Mündung ein kleiner Meißel eingeschoben, welcher den Querschnitt des Rohres halbiert, so dass zu beiden Seiten dieses Meißels ein Wasserstrahl austreten kann.

Man hat auf diese Weise an einem Tage bis 3 m erbohrt, wobei vier Mann die Arbeit ausführten.

Hindernisse und Schwierigkeiten werden bei solchen Bohrungen oft durch Steine hervorgerufen. Kleinere Geschiebe kann man entweder mit der Bohre zerstoßen oder seitlich in eine kesselförmige Vertiefung, welche der Wasserstrahl aushöhlt, hineinschieben. Trifft man aber auf einen großen Steinblock, so muss man zur Sprengung schreiten. Man legt ihn durch den Wasserstrahl etwas frei, zieht die Röhrentour, wenn sie darauf steht, etwas auf und sprengt nun durch eine Dynamitpatrone, die man in den Röhrenstrang mit Hilfe eines beschwerenden Bleistückes hinunterlässt. In den meisten Fällen wird der Stein dermaßen zertrümmert, dass die Rammung und Bohrung ohne weitere Hindernisse fortgesetzt werden kann.

Wasserentnahme aus Wasserläufen und Teichen.

Die Entnahme des Wassers aus Bächen, Flüssen und Teichen kann hier, als im ganzen dem Zwecke dieses Buches etwas ferner liegend, nur kurz besprochen werden, da die dazu nötigen Arbeiten und Vorrichtungen mehr dem eigentlichen Wasserbau im engeren Sinne angehören und daher in einem diesen behandelnden Buche ihren richtigen Platz finden. Als ein solches Buch sei an dieser Stelle das in gleichem Verlage wie das vorliegende erschienene Werk S. Deutsch „Der Wasserbau“ empfohlen. Hier mögen die folgenden kurzen Bemerkungen genügen.

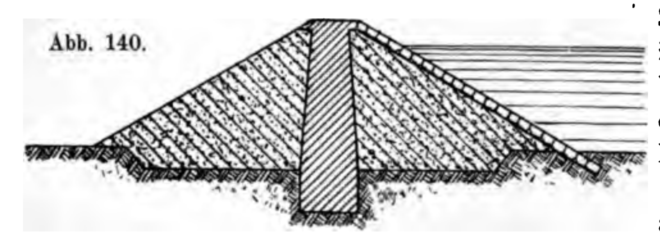
Hat man das Wasser aus Flüssen oder Bächen zu entnehmen, so muss dies stets oberhalb der etwa vorhandenen dichter besiedelten Wohnstätten geschehen weil man sonst auf häufig wiederkehrende Verunreinigung des Wassers gefasst sein muss. Aus demselben Grunde darf die Wasserentnahme niemals an seichten Stellen des Wasserlaufes erfolgen, sondern möglichst hoch über der Sohle derselben, aber doch immer unter dem niedrigsten Wasserspiegel; auch Stellen, an denen sich Schlamm ablagert, hat man zu vermeiden. Am besten geschieht die Entnahme dort, wo sich eine stärkere Strömung bemerkbar macht. Die Ableitung des Wasser kann durch offene oder verdeckte Gräben oder durch Rohrleitungen erfolgen, die an ihrer Mündung so zu verwahren sind, dass Eis möglichst nicht in die Rohre gelangen kann.

Die Teiche oder Stauweiher, wie sie für dies Buch in Betracht kommen, haben den Hauptzweck, das Wasser von Bächen und Flüssen, sowie das sonst zum Abflusse gelangende Tagewasser eines bestimmten Gebietes zu Zeiten des Überflusses aufzufangen und aufzuspeichern und später, je nach Bedarf, nach und nach für die Landwirtschaft und die verschiedenen Gewerbe wieder auf-

zugeben. Der Fassungsraum eines Teiches hängt in erster Linie von der Größe seines Sammelgebietes, das vom Damme und der sogenannten Wasserscheide umgrenzt ist, ab, dann natürlich aber auch von der Größe des Wasserbedarfes, den er decken soll. Jedenfalls kann ein Teich nur dann sicher gefüllt werden, wenn sein Fassungsraum kleiner ist, als die Abflusswassermenge des Sammelgebietes. Gewöhnlich nimmt man den Inhalt eines Teiches nur so groß an, dass er jährlich zwei bis dreimal gefüllt werden kann. Durch Anlegung von Sammelgräben und Sammelkanälen der bereits erwähnten Art usw. kann man das Sammelgebiet, wenn nötig, noch etwas vergrößern. Der Teichraum wird auf der Talseite durch einen Staudamm abgeschlossen, der aus einer Erdschüttung oder aus Mauerwerk oder Beton, seltener aber aus Holz hergestellt wird. Gemauerte Staudämme nennt man Talsperren, welcher Name aber auch für die Erddämme anwendbar ist.

Da ein Teich um so vorteilhafter ist, je geringer, der Verdunstung wegen, seine Oberfläche und je kürzer, der Kosten wegen, sein Damm ist, so legt man die Teiche gern in tiefen Tälern und ihre Dämme an engen Stellen der letzteren an. Das Sammelgebiet eines Teiches wird um so größer, je weiter unten derselbe im Tale liegt, aber das ausnutzbare Gefälle und der durch dasselbe bedingte, manchmal an den oft recht entfernt gelegenen Verbrauchsstellen sehr erwünschte Wasserdruck wird dann auch um so geringer. Deshalb ist es manchmal zweckmäßig, den Teichdamm an einer mittleren Stelle des Tales zu errichten.

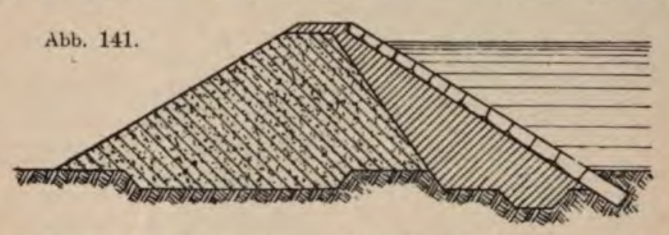
Bei der Anlage eines Teiches ist vor allem auf die Beschaffenheit des Talgrundes Rücksicht zu nehmen. Zerklüfteter und ausgehöhlter Boden, sowie Sand, Sumpf und Morast ist zu vermeiden, und zwar besonders da, wo der Teichdamm erbaut werden soll. Fester Tonboden und dichter Felsengrund sind allen anderen Bodenarten vorzuziehen. Zuweilen kann man übrigens durch Ausrammen mit Lehm oder sandigem Ton oder Beton undichte Stellen im Teichgrunde verbessern.


Abb. 140.

Wie schon erwähnt, werden die Dämme meist aus Erde oder aus Stein gemacht. Ein Erddamm wird entweder ganz oder doch wenigstens teilweise aus wasserundurchlässigen Erdarten hergestellt. In letzterem Falle erhält der Damm häufig einen Ton- oder Lehmkern oder wohl auch einen Betonkern, gegen den auf beiden Seiten die durchlässigen Massen angesaugt werden (Abb. 140). Zum Schutze gegen die Wirkungen des Wassers ist die Wasserseite oder die Brust des Dammes mit einem Pflaster aus möglichst großen Steinblöcken, dessen Fugen mit Wassermörtel ausgegossen werden, oder mit einer Stampfbetondecke zu versehen. Nicht selten führt man den Damm auch mit einer starken Lehmbrust aus (Abb. 141), die ihrerseits ebenfalls durch eine Schutz- oder Terrassenmauer zu bekleiden ist. Die Dammkrone oder Dammkappe wird zweckmäßigerweise gleichfalls mit einer Schicht Lehm be-

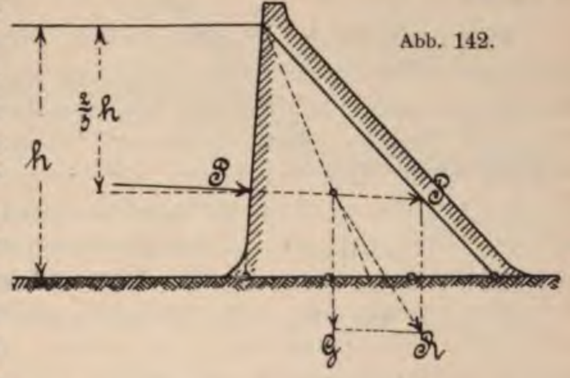
deckt, um sie gegen das Regenwasser und gegen das Wasser, welches durch den Wellenschlag aus dem Teiche auf sie geworfen werden kann, zu schützen. Damit dies Wasser rasch abläuft, gibt man der Dammkrone eine geringe Neigung nach der Wasserseite zu. Die Dammkappe muss wegen der Wellen um etwa $^1/_{10}$ der Wassertiefe, mindestens aber 1 m über dem höchsten Wasserspiegel liegen und ist wenigstens 3 m und, wenn ein Weg darüber hingeführt werden soll, wenigstens 6 m breit zu machen. Die Landseite des Dammes, der Dammrücken, ist mit Gras zu besäen, um vor dem Abrutschen bewahrt zu sein; dagegen dürfen Gesträuche und Bäume nicht auf dem Damme geduldet werden, weil ihre Wurzeln den Dammkörper beschädigen können. Bei der Herstellung des Dammes ist sowohl der Erdkörper als auch der Kern, wenn er aus Lehm besteht die Lehmbrust schichtenweise aufzutragen und aufzustampfen. Das im Tale während des Dammbaues zufließende Wasser ist durch einen Graben oder eine Röhre abzuleiten. Der Rücken und die Brust erhalten $1^1/_2$ bis 2fache Böschung, so dass die Böschungswinkel 26,5 bis 34° groß werden. Die größte ausgeführte Höhe eines Erddammes, von dem tiefsten Punkte der Talsohle am Dammfuße bis zur Dammkrone gemessen, beträgt 30 m, doch geht man damit nicht gerne über 20 m. Große Sorgfalt ist auf die Gründung des Dammes und besonders auf die des Kernes oder der Lehmbrust, sowie der Schutzmauer zu verwenden. Der ganze Dammkörper kommt deshalb in einen Grundgraben von entsprechender Tiefe zu stehen und dieser Grundgraben muss entweder bis auf dichten Lehm- oder Felsengrund hinabgehen oder eine Pfahlrostsohle erhalten.

Abb. 141.



Den steinernen Staudämmen oder Talsperren gibt man nach Inke am vorteilhaftesten eine nahezu senkrechte Brust und einen derartig geböschten Rücken, dass man ein Dreieck erhält, dessen Spitze in der Höhe des Wasserspiegels liegt und dessen Grundlinie so breit ist, dass der Schnitt derselben mit der Mittelkraft aus dem senkrecht auf die Dammbrust wirkenden Wasserdrucke und dem Dammgewichte in ihrem mittleren Drittel bleibt (Abb. 142). Dabei nimmt man ein Dammstück von der Länge 1 m an und erinnert sich, dass nach bekannten Regeln der Hydraulik der senkrecht auf eine ebene Fläche wirkende Wasserdruck gleich dieser Fläche mal dem senkrechten Abstande ihres Schwerpunktes vom Wasserspiegel ist und dass der Angriffspunkt des Wasserdruckes in $^2/_3$ der Wassertiefe unter dem Wasserspiegel liegt. Der so ge-

Abb. 142.



fundene Querschnitt ist an der Dammkrone und am Dammrücken noch entsprechend zu verstärken.

In Frankreich und Belgien soll man gern den in der Abb. 143 angegebenen Querschnitt für steinere Dämme annehmen. Man macht bei Dämmen unter 35 m Höhe die Dammkappenbreite $b = {}^1/_{10}\, h + 1{,}5$ m, bei höheren Dämmen aber durchgängig $b = 5$ m. Die Dammkrone wird bei den ersteren um ${}^1/_{10}$ der Wassertiefe über dem Wasserspiegel angenommen, so dass $H = 1{,}1\, h$ wird. Bei

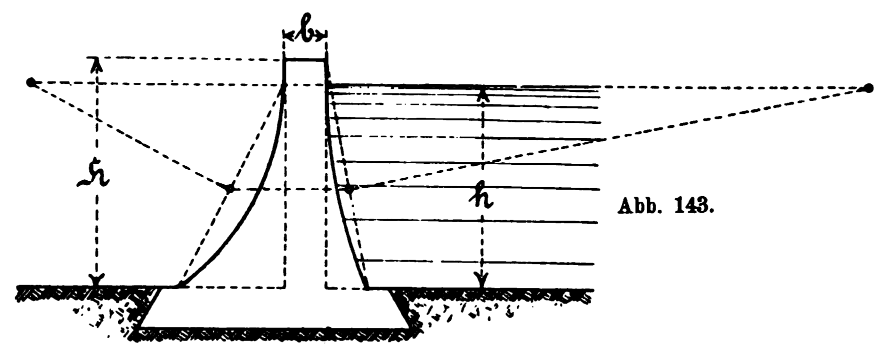


Abb. 143.

höheren Dämmen ist durchgängig $H\text{-}h = 3{,}5$ m. Die Brust erhält unten eine Ausladung von ${}^1/_5\, h$, der Rücken eine solche von ${}^1/_2\, h$. Die so gefundenen beiden Punkte an der Dammbrust und am Rücken werden durch je einen Kreisbogen, dessen Mittelpunkt in der Höhe des Wasserspiegels liegt, miteinander verbunden.

Während man als Längsachse eines Erddammes in fast allen Fällen eine gerade Linie nimmt, wird den steinernen Dämmen im Grundrisse gern ein Kreisbogen als Achse gegeben, dessen Mittelpunkt auf der Landseite liegt. Die Staumauern macht man aus Hausteinen, aus Bruchsteinen oder aus Beton. Ziegelsteine finden fast gar keine Verwendung mehr. Das Mauerwerk ist natürlicherweise mit der größten Sorgfalt auszuführen und mit hydraulischem Mörtel zu bauen. Dass auch der Gründung eines solchen Dammes die größte Aufmerksamkeit zu widmen ist, braucht wohl nicht noch besonders hervorgehoben zu werden.

Zum Ablassen des Wassers aus den Teichen dienen die Teichgerinne und die Fluter. Die Teichgerinne sind jetzt meist eiserne Röhren, welche durch den Dammkörper hindurchgehen und an der Einmündung auf der Wasserseite mit einem Zapfen, Schieber oder einer Klappe, dem sogenannten Striegel, versehen sind. Gewöhnlich sitzt der Striegel an einer langen Stange, der Striegelstange, fest, welche entweder innerhalb eines besonderen Türmchens senkrecht (Abb. 144) oder an der Brust des Teichdammes geneigt emporgeführt wird (Abb. 145) und oben im Striegelhäuschen mittels eines Kurbel- und Schraubenmechanismus nach Bedürfnis gehoben und gesenkt werden kann. Jeder Teich enthält mindestens zwei Gerinne, das gewöhnliche Abflussgerinne und das Schlämm- oder Fischgerinne. Das letztere mündet am tiefsten in den Teich ein und wird nur geöffnet, wenn es darauf ankommt, den Teich völlig zu entleeren. An das Abflussgerinne schließt sich die Graben- oder die Röhrenleitung

an, die das Wasser nach dem Punkte des Bedarfes führt, der, wie bei manchen Fabrikanlagen, entweder unmittelbar unter dem Teiche liegt oder wie bei manchen Wasserversorgungen, sich in größerer Entfernung vom Teiche befindet. Die Ableitung kann dann ähnlich wie bei dem früher besprochenen Freiberger Hauptsammelschachte (Abb. 39 S. 37) geschehen.

Das Gerinne erhält zweckmäßigerweise die lichte Weite

$$d = 0{,}34 \sqrt[5]{\frac{l}{h} \cdot Q^2}$$

worin bedeutet

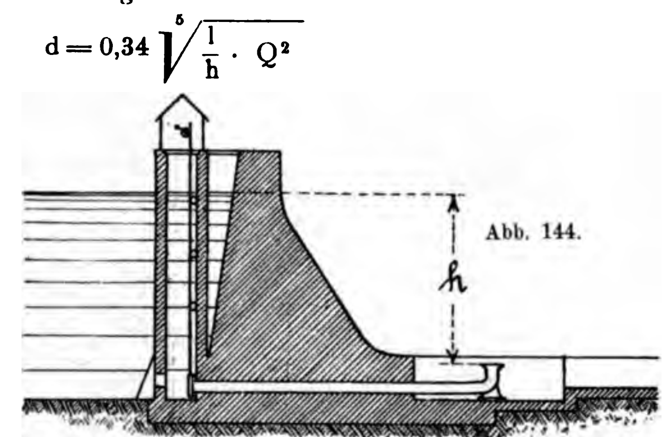


Abb. 144.

h die gegebene kleinste Druckhöhe, d. h. die Höhe vom zulässigen niedrigsten Wasserspiegel bis zur Oberkante der Trompete an der Austrittstelle oder der Rohrmitte in m (Abb. 144 und 145).
l die Länge des Gerinnes in der Mittellinie desselben, also auch der Krümmung gemessen in m.
Q die in der Sekunde abzulassende Wassermenge in cbm.
Bei höherem Wasserstande wird ein Teil der Eintrittsmündung durch den Striegel verschlossen, so dass bei kleiner Öffnung das Teichgerinne nicht mehr gefüllt wird. Auf der Wasserseite der Gerinne sind Vorkehrungen zu treffen, die das Hineingelangen von Unreinigkeiten, Fischen usw. in das Gerinne möglichst verhüten.

Das Fluter ist ein 1,25 bis 1,5 tiefer Einschnitt in der Dammkappe und dient zum Ablassen des Flutwassers bei bereits gefülltem Teiche. Man macht die Fluter etwa 2,25 m für jedes qkm des Teichsammelgebietes breit und legt sie nahe an die Talgehänge, an die sich der Damm stützt, gibt ihnen ein

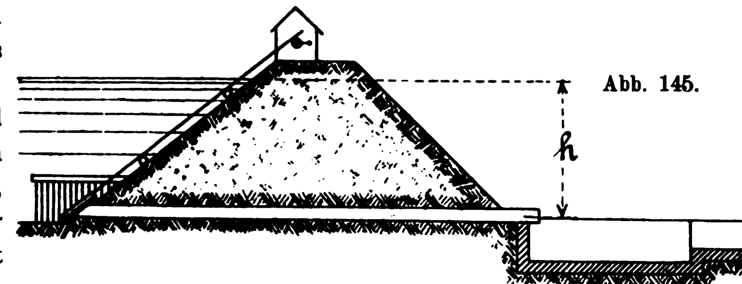


Abb. 145.

steinernes Bett und verschließt sie entweder durch ein leicht zu öffnendes Wehr mit einer etwa 0,3 m unter dem höchsten Wasserspiegel gelegenen Kappe oder führt sie als Überfälle aus, deren Krone dann in der Höhe des höchsten Wasserspiegels liegt. Das überschüssige Wasser oder das Flutwasser kann durch einen Flutgraben abgeführt werden.

Das aus Bächen und Flüssen entnommene Wasser hat manchmal einen nicht unbeträchtlichen Gehalt an tierischen und pflanzlichen Stoffen und muss deshalb oftmals einer Filterung unterworfen werden. Bei dem aus Sammel-

teichen stammenden Wasser ist der Gehalt an derartigen Stoffen, wegen der im Teiche stattfindenden Ablagerung meist nicht sehr bedeutend und oft verschwindend gering. Die Temperatur des Wassers ändert sich bei Flüssen namentlich aber bei seichten Teichen, mit der der Luft, bei tiefen Teichen ist sie dagegen meist beständig gleich.

Hoch- und Verteilungsbehälter.

Der Verbrauch an Wasser ist naturgemäß zu verschiedenen Zeiten sehr verschieden, er ist im Sommer größer als im Winter und am Tage bedeutender als in der Nacht; aber auch während der einzelnen Tagesstunden beobachtet man einen starken Wechsel des Wasserbedarfes. Der größte Stundenverbrauch ist in größeren Städten ungefähr gleich einem Zehntel, in mittleren und kleineren Orten aber gleich einem Achtel des durchschnittlichen Tagesbedarfes, den man in großen Städten bis zu 120 l, in kleineren Orten aber bis zu 60 l auf den Kopf der Bevölkerung annehmen kann. Um die Schwankungen auszugleichen, welche sonach bei jeder Wasserversorgungsanlage zu erwarten sind, muss man sogenannte Hoch-, Ausgleichs- und Verteilungsbehälter einrichten, die einen Teil des gesamten täglichen Wasserverbrauches aufzunehmen imstande sind und denen das Wasser entweder gleichmäßig ohne Unterbrechung, z. B. infolge seiner Schwere durch eine Rohrleitung, oder zeitweise mit Unterbrechungen durch irgend ein Hebewerk zugeführt wird.

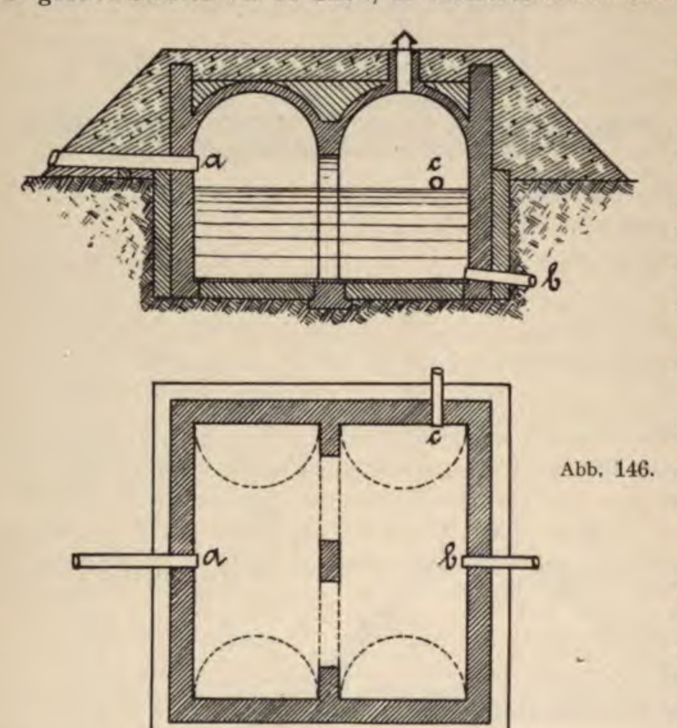


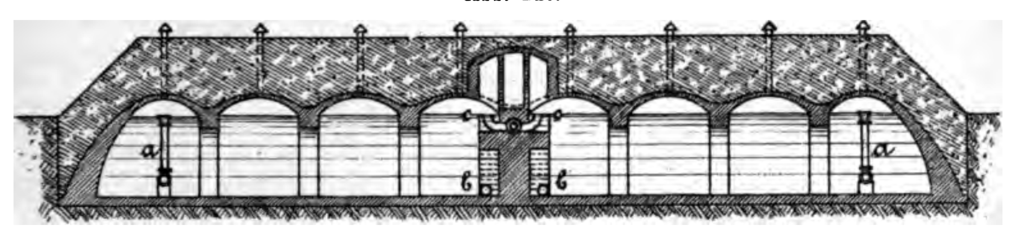
Abb. 146.

In ersterem Falle bemisst man den Fassungsraum des Hochbehälters auf ein Drittel bis ein Viertel, in letzterem gewöhnlich auf die Hälfte des Tagesverbrauches. Die Hochbehälter sollen hoch gelegen sein, wovon sie auch ihren Namen haben, und zwar so hoch, dass das ihnen entströmende Wasser vermöge seines Druckes an alle zu versorgenden Stellen gelangen kann. Die Behälter werden daher auf Bergen und natürlichen oder künstlichen Anhöhen oder auch auf Türmen usw. untergebracht.

Die größeren Hochbehälter stellt man zweckmäßigerweise massiv aus Mauerwerk oder Stampfbeton her, überwölbt sie und deckt sie 1 bis 1,5 m hoch

mit Erde zu, um sie äußeren Temperatureinflüssen zu entziehen. Abb. 145 zeigt einen Querschnitt und den Grundriss eines solchen Hochbehälters einfacher Art. Derselbe ist in Mauerwerk ausgeführt, das innen mit einem Zementüberzug versehen und außen mit einem Tonschlage umgeben ist. Kohlensäurehaltiges Wasser zerstört den Zementputz bald, der deshalb mit einem Anstrich von Siderosthen oder kieselsauren Lösungen (Kesslerschen Fluaten) zu versehen ist. Die Abbildungen 147 und 148 geben einen Längs- und einen Querschnitt des


Abb. 147.

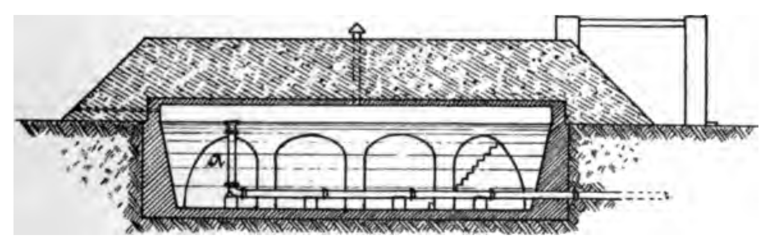


ganz in Stampfbeton ausgeführten Hochbehälters der neuen Freiberger Wasserleitung. Die Haupteigenschaft, welche diese Behälter unbedingt haben müssen ist die Wasserdichtheit.

Wie bei den früher besprochenen Brunnenstuben, die ja gewissermaßen auch kleine Hochbehälter sind, so müssen auch hier gut verschließbare und bequem zugängliche Vorrichtungen zur Füllung und Entleerung, sowie zur Reinigung und Lüftung vorgesehen werden. In den Abbildungen ist a die Zuleitung, b die Ableitung und c der Überlauf.

Es ist zweckmäßig, die sämtlichen Verschlussvorrichtungen in einen gemeinsamen Raum zu legen, wodurch ihre Bedienung sehr erleichtert wird. Als Beispiel einer solchen Schieberkammer mögen die beiden Abbildungen 149 und 150 dienen, welche die Schieberkammer des eben erwähnten Hochbehälters der Freiberger Wasserleitung in größerem Maßstabe veranschaulichen. Dieser Behälter besteht aus zwei durch eine Mittelwand voneinander getrennten Ab-

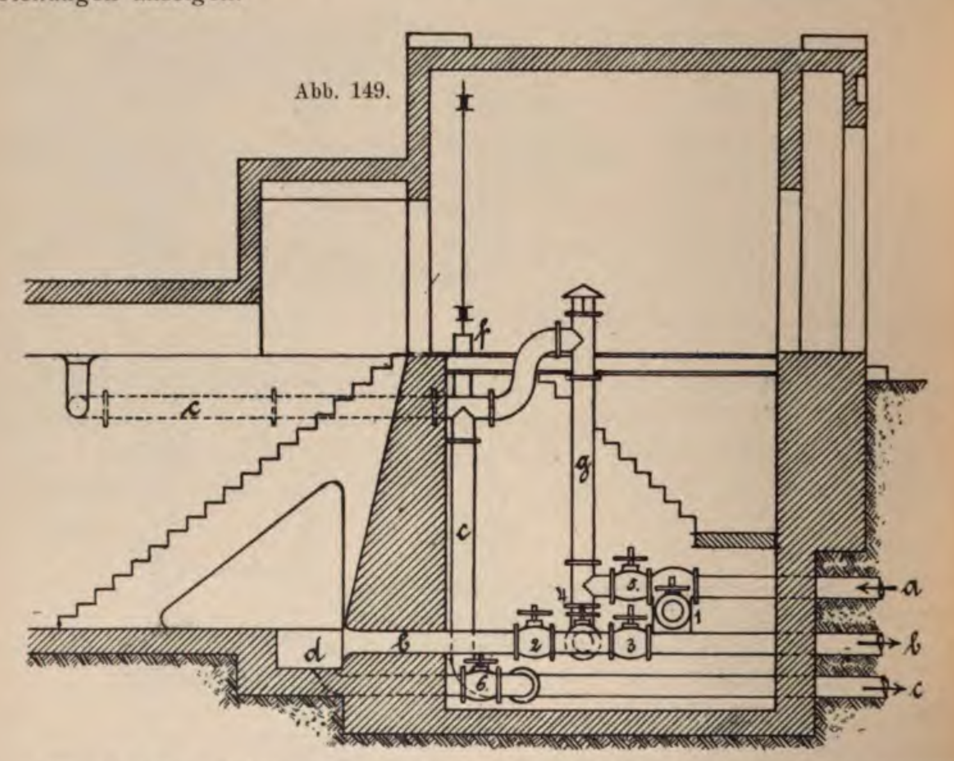
Abb. 148.



teilungen, die je nach Bedarf einzeln oder zusammen in Dienst gestellt werden können. Das Wasser wird ihnen durch die etwa 17,25 km lange gusseiserne Zuleitung a von dem schon mehrfach genannten Hauptsammelschacht aus zugeführt. Mit Hilfe der beiden Schieber 1 kann dasselbe den beiden Abteilungen zugeleitet werden. Die Ableitung des Wassers nach der Stadt geschieht durch die beiden Verteilungsrohre b, bei geöffneten Schiebern 2 und 3. Jede der beiden Abteilungen kann man durch entsprechende Stellung der Schieber 2, 3

und 4 mit einer oder beiden Abteilungen b in Verbindung bringen. Es ist aber auch möglich, den Hochbehälter vollständig auszuschalten und das Wasser gleich in die Ableitungen b zu schlagen; es werden dann die Schieber 1 und 2 geschlossen, 5 und 3, sowie nach Bedarf auch 4 aber geöffnet. Das oben offene Standrohr g dient in diesem Falle dazu, zu verhüten, dass der in der Zuleitung a herrschende Druck auf die Ableitungen b einwirkt. Etwa nach oben gedrücktes Wasser kann durch den oben an g sich anschließenden Krümmer in die Überlaufleitung c gelangen und abfließen. Das Standrohr g kann auch mit den Ableitungen b in Verbindung gebracht werden und dient dann als Entlüftungsrohr derselben. d ist ein mit den Behältern in Verbindung stehendes Rohr, welches, wenn die Schieber 6 geöffnet werden zur völligen Entleerung der Behälterabteilungen bei einer Reinigung benutzt wird; e dient zur Abführung des sich in der Schieberkammer ansammelnden Wassers und f sind zwei Standrohre mit Schwimmern, die den jeweiligen Wasserstand in den beiden Behälterabteilungen anzeigen.

Abb. 149.



Wo Anhöhen fehlen, führt man eiserne Behälter aus, die in sogenannten Wassertürmen untergebracht werden. Zur Herstellung dieser Behälter verwendet man jetzt ausschließlich Schmiede- und Walzeisen. Gusseisen, das früher vielfach benutzt wurde, wird heutzutage gar nicht mehr gebraucht. Als Grundriss der Behälter findet man das Quadrat und das Rechteck, besonders aber den Kreis. Für die Seitenwandungen ist eine Zylindertrommel die günstigste Gestalt, weil bei ihr die durch den nach außen wirkenden Wasserdruck in einer wagrechten Ebene hervorgerufenen Zugspannungen überall gleich groß sind und die

Wandungen infolgedessen keiner besonderen Verankerung bedürfen. Bei Behältern mit ebenen Wänden müssen dagegen meist sehr starke Anker eingebaut werden um Ausbeulungen und Zerstörungen der Wände zu verhüten. Auch die Böden dieser Behälter werden jetzt meist nach Kugel- oder Kegelflächen geformt, weil ebene Flächen sehr fester Unterstützungen bedürfen, wenn sie sich nicht durchbiegen sollen, hierdurch aber der unbedingt nötigen Beaufsichtigung zum größten Teile entzogen werden.

Die älteren runden Behälter haben einen durchhängenden, einen Kugelabschnitt oder eine Kugelkappe bildenden Boden; die hierbei am Rande des Bodens entstehenden wagrechten Seitenkräfte müssen durch einen starken Tragring aufgenommen werden. Intze setzt dann den Boden aus Kugelabschnitten und Kegelstumpfen so zusammen, dass die wagrechten Kräfte einander ausgleichen und nur senkrecht nach unten wirkende Kräfte, die von der Unterstützung des Behälters aufgenommen werden können, übrig bleiben. Die Ab-

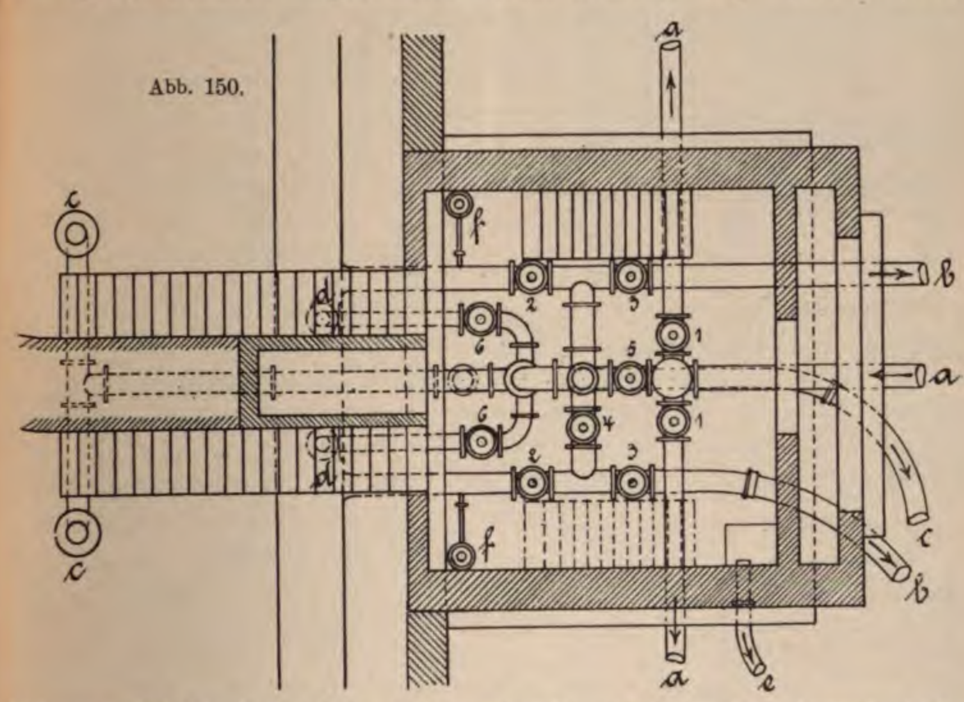


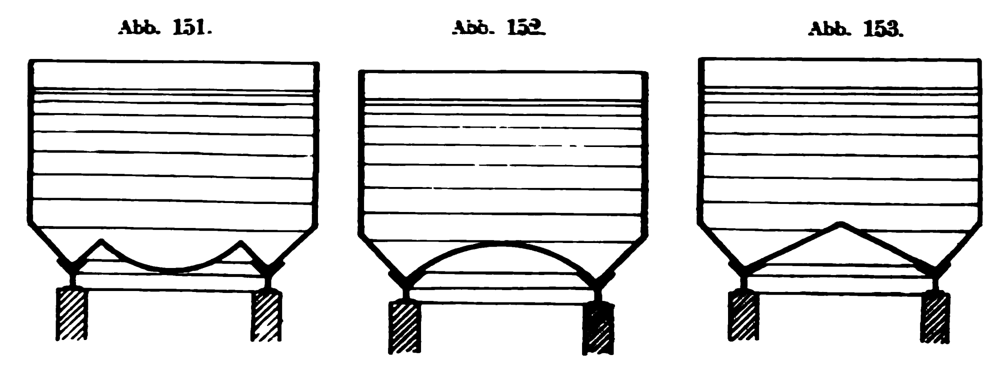
Abb. 150.

bildungen 151 bis 153 zeigen die Querschnitte einiger solcher Intzebehälter. Dasselbe erreichte Barkhausen dadurch, dass er den Boden halbkugelig gestaltete und an dem Zylindermantel des Behälters aufhing. Der Mantel überträgt dann die ganze Last auf eine Unterstützung, Abb. 154. Die Berechnung und die Einzelkonstruktion der eisernen Hochbehälter und ihrer Teile gehört nicht hierher. Die Mindestwandstärke beträgt 6 mm. Hie und da wird in der Mitte dieser Behälter ein weiter, senkrechtstehender Zylinder angeordnet, der dann zur Durchführung einer Wendeltreppe nach oben benutzt werden kann. Die Treppe, die bei größeren Behältern nicht zu umgehen ist, kann aber auch um den Behälter herumführen. Die Teilung eines solchen Behälters in zwei

Abteilungen, die durch den Einbau eines Blechzylinders geschehen kann, ist, wie bei den gemauerten Hochbehältern, manchmal zwar recht zweckmäßig, aber immer sehr kostspielig. Durch eine Anordnung der Rohre und Abschlussteile ähnlich wie bei dem besprochenen Freiberger Hochbehälter lässt sich der regelmäßige Betrieb auch bei einer Ausschaltung des Behälters ziemlich gut aufrecht erhalten, so dass eine solche Teilung wie oben angegeben in den meisten Fällen nicht nötig ist.

Die eisernen Behälter sind zum Schutze gegen Rost mit einem geeigneten Anstriche zu versehen, der aus einem Mennigegrundstrich und einem Deckstrich aus Steinkohlenteer, gebranntem Kalk und Erdöl besteht. Für Auffangen und Ableiten des sich an der Außenseite der Behälter niederschlagenden Schwitzwassers ist ebenfalls Sorge zu tragen. Zum Schutze gegen die Witterung werden

Abb. 151. Abb. 152. Abb. 153.



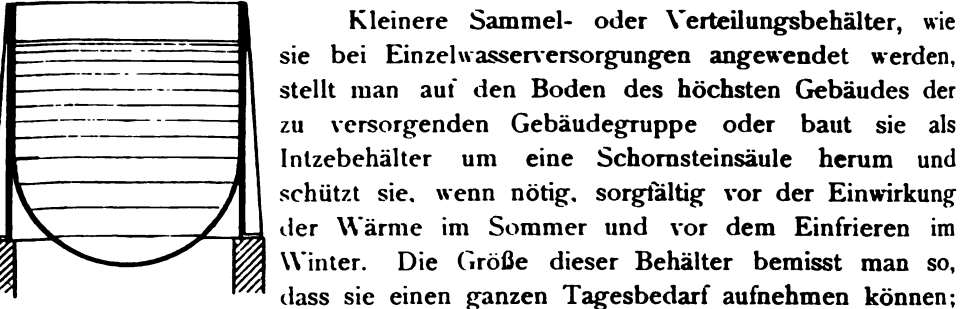
die eisernen Behälter ferner mit Umfassungswänden versehen, die zugleich die Bedachung des Wasserturmes, in dem sich der Behälter befindet, tragen und aus massivem Mauerwerk oder Fachwerk mit Füllungen aus schlechten Wärmeleitern bestehen. An Stelle des gemauerten Turmes können auch eiserne Standgerüste zum Tragen der Behälter benutzt werden. Die Ausführung der über der Erde stehenden Hochbehälter in sogenanntem Eisenbeton d. i. Zementmörtel mit Eisen-



einlagen ist in neuerer Zeit häufiger unternommen worden und hat sich bis jetzt bewährt.



Abb. 154.



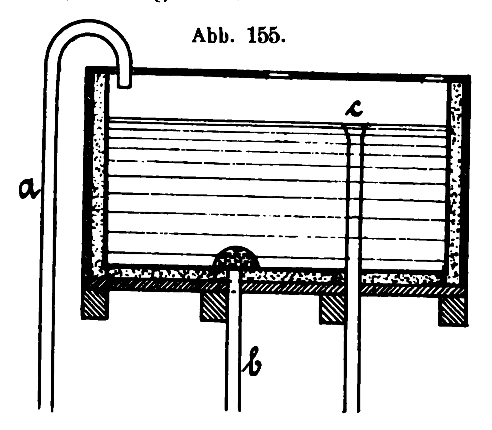
Kleinere Sammel- oder Verteilungsbehälter, wie sie bei Einzelwasserversorgungen angewendet werden, stellt man auf den Boden des höchsten Gebäudes der zu versorgenden Gebäudegruppe oder baut sie als Intzebehälter um eine Schornsteinsäule herum und schützt sie, wenn nötig, sorgfältig vor der Einwirkung der Wärme im Sommer und vor dem Einfrieren im Winter. Die Größe dieser Behälter bemisst man so, dass sie einen ganzen Tagesbedarf aufnehmen können; gewöhnlich beträgt ihr Inhalt 0,5 bis 2,0 cbm. Man macht dieselben meist aus Eisenblech von mindestens 3 mm Dicke oder aus Holz von etwa 6 cm Stärke. Hat ein Holzbehälter noch mehr Fassungsraum als 2 cbm, so sind die einander gegenüberstehenden Wände zu verankern. Dasselbe hat bei eisernen Behältern [zu ge]schehen, wenn sie nicht Zylinderform besitzen. Jeder solcher Behälter

muss natürlicherweise mit einem Zulauf- und einem Ablaufrohre versehen sein, sowie einen Überlauf haben. Der letztere muss mindestens so viel Querschnitt wie der Zulauf erhalten. Eiserne Behälter stellt man bisweilen in Holzkästen, umgibt sie mit schlechten Wärmeleitern, wie Abb. 155 erkennen lässt, und bedeckt sie mit hölzernen Deckeln; doch darf die Lüftbarkeit des Behälterinnern hierdurch nicht erschwert werden.

Gräben und Rohrleitungen.

Die Zuführung des Wassers an die Verbrauchstellen geschieht, dann und wann durch offene Leitungen d. s. Kanäle, Kunstgräben, Gerinne usw., meist aber durch geschlossene Röhrenleitungen, sogenannte Druckleitungen.

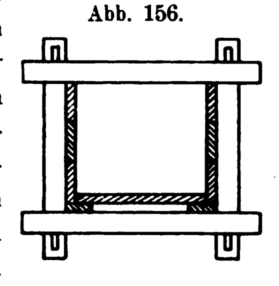
Abb. 155.



Die Kanäle, Gräben und Gerinne haben regelmäßig gestalteten, aus geraden oder schwach gekrümmten Linien zusammengesetzten Querschnitt. Die ersten beiden sind in die Oberfläche des natürlichen Erdbodens oder eines Dammes eingeschnittene Vertiefungen, die letzteren selbständige Bauwerke aus Holz, Eisen oder Eisenbeton, die meist über dem Erdboden sich befinden. Die ersteren kommen meist für größere, die letzteren meist für kleinere Wassermengen zur Anwendung. Über Täler kann man die offenen Leitungen auf Brücken, durch Berge aber auf Stollen, Röschen usw. fortführen.

Die hölzernen Gerinne werden oft als sogenannte Spundstücke ausgeführt, Abb. 156. Die Borde oder Seitenwände derselben und der Boden bestehen aus aneinander gelegten und irgendwie miteinander verbundenen Pfosten, deren Lagerfugen durch eingestopftes Moos und dergl. oder durch einen passenden Kitt gedichtet und deren Stoßfugen durch aufgenagelte Leisten verdeckt werden. Der Boden ruht auf Tragleisten und das ganze Spundstück wird durch Geviere oder Zwingen aus Holz, die in Entfernungen von etwa 4 Metern voneinander angebracht sind, zusammengehalten. Spundstückähnliche Gerinne werden hie und da auch aus Gusseisenplatten zusammengesetzt (Abb. 157); meist macht man die eisernen Gerinne aber aus Blech und gibt ihnen einen Querschnitt, der sich mehr oder weniger der Halbkreisform nähert (Abb. 158).

Abb. 156.

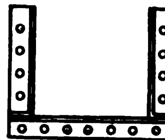


Die Wandungen der Kanäle und Gräben werden häufig nur von der durchschnittenen Gebirgsart gebildet, oft aber auch durch irgend eine Auskleidung gegen die Einwirkung des durch sie strömenden Wassers geschützt. Die Wände der offenen Leitungen erhalten eine mehr oder weniger steile Lage, je nachdem sie mit einer Bekleidung versehen sind oder nicht. Der Winkel ϱ

unter dem die Wände geböscht werden, beträgt

für Holz, Eisen, Beton und Mörtelmauerwerk	höchstens 90°
für Trockenmauerwerk und festen Moorboden	» $63^1/_2$°
für dichte Erde und festen Tonboden	» 45°
für gewöhnliche Erde und weichen Moorboden	» $33^1/_2$°
für lockere Erde und Sand	» $26^1/_2$°
für aufgelöste Erde oder Schlamm	» 22°

Abb. 157.



Setzt man nun einen regelmäßigen, geradseitigen Querschnitt von der Tiefe t voraus, so erhält man dessen vorteilhafteste Gestalt durch die in Abb. 159 angedeutete Konstruktion, auf deren Herleitung und Begründung wir aber hier nicht näher eingehen können. Nach derselben erhält man die obere Breite b des Querschnittes in der Höhe des Wasserspiegels

bei $\varrho = 90°$ zu $b = 2{,}0\,t$
bei $\varrho = 63^1/_2°$ zu $b = 2{,}2\,t$
bei $\varrho = 45°$ zu $b = 2{,}8\,t$
bei $\varrho = 33^1/_2°$ zu $b = 3{,}6\,t$
bei $\varrho = 26^1/_2°$ zu $b = 4{,}5\,t$
bei $\varrho = 22°$ zu $b = 5{,}3\,t$

Es ist entweder b oder t gegeben, woraus dann die anderen Abmessungen leicht zu bestimmen sind.

Die Wassermenge Q, welche durch eine offene Leitung fortgeführt werden kann, findet man, wenn man den wasserführenden Querschnitt F desselben mit der mittleren Geschwindigkeit v des Wassers multipliziert; es ist also

Abb. 158.

$$Q = F \cdot v.$$

Die mittlere Geschwindigkeit ist von dem Gefälle d. i. von dem Unterschiede in der Höhenlage der Sohle am Anfang und am Ende der offenen Leitung abhängig. Soll das Wasser schnell fließen, so braucht man ein großes Gefälle; darf es sich dagegen langsam bewegen, so kommt man mit einem geringeren Gefälle aus.

Das zur Erzeugung der mittleren Geschwindigkeit v des Wassers dienende Gefälle muss um so größer sein, je größer die Reibfläche des Wassers an den Leitungswänden ist. Es wächst ferner nahezu mit dem Quadrate der Wassergeschwindigkeit und kann um so kleiner sein, je größer die Querschnittsfläche F ist. Die erwähnte Reibfläche ist gleich dem vom Wasser berührten Umfange $p = b_1 + 2\,s$ (vergl. Abb. 159) des Querschnittes F mal der Länge l der Leitung. Man kann also setzen

$$h = k \cdot \frac{l\,p}{F} \cdot \frac{v^2}{2\,g}$$

worin $\frac{v^2}{2g} = \frac{v^2}{2 \cdot 9{,}81}$ die Höhe ist, von welcher das Wasser frei herabfallen muss, wenn es die Geschwindigkeit v erreichen soll, k aber einen Zahlenwert bedeutet, durch den die nach der Formel zu berechnenden Werte mit den in Wirklichkeit gemachten Beobachtungen in Einklang gebracht werden können. Aus der

Gleichung ergibt sich ferner

$$v = \sqrt{\frac{h \cdot F \cdot 2g}{k \cdot l \cdot p}}$$

und wenn man hierin $\sqrt{\frac{2g}{k}} = c$ setzt

$$v = c\sqrt{\frac{h}{l} \cdot \frac{F}{p}}$$

Die Größe c ist nun von verschiedenen Technikern und Gelehrten ermittelt worden. Die gefundenen Zahlen weichen aber, je nach den Voraussetzungen, von denen die betreffenden Beobachter ausgingen und die sich zumeist auf die verschiedene Rauhigkeit der Leitungswände beziehen, sehr von einander ab. Für die Zwecke dieses Buches reicht es daher vollständig aus, den ältesten, von Eytelwein bestimmten Wert c = 50,9 anzuwenden. Es wird dann

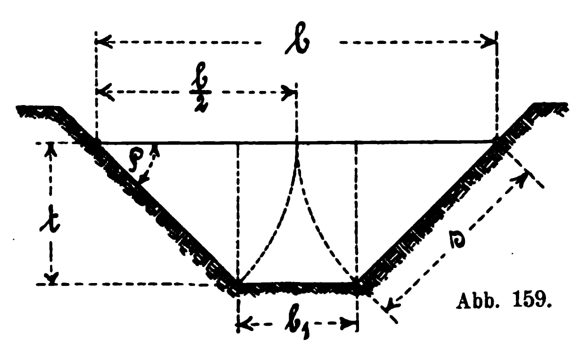


Abb. 159.

$$v = 50{,}9\sqrt{\frac{h}{l} \cdot \frac{F}{p}}$$

Diese Geschwindigkeit soll nicht zu klein sein, weil sonst die Leitung einen unnötig großen Querschnitt erhält und sehr teuer wird. Sie darf aber auch nicht zu groß angenommen werden, weil sonst die Sohle und die Wände der offenen Leitung sehr leiden würden. Die mittlere Geschwindigkeit des Wassers sollte

in schlammigem Boden	0,08	m/sk
in tonigem Boden	0,15	»
in sandigem Boden	0,30	»
in kiesigem Boden	0,60	»
in grobsandigem Boden	1,20	»
in Konglomerat und Schiefergestein	1,50	»
in geschichtetem Felsen u. bei Holzwänden	1,80	»
in gutem Mauerwerke oder Beton	2,50	»
in hartem Felsen und bei eisernen Wänden	3,00	»

nicht überschreiten.

Soll ein neuer Kanal angelegt werden, so ist gewöhnlich nur seine Länge l und die Wassermenge Q bekannt, die er abtragen soll. Man kann dann eine mittlere Geschwindigkeit annehmen, die kleiner als die eben angegebene Höchstgeschwindigkeit sein muss und mit ihrer Hilfe die erforderlich werdende Wasserquerschnittsfläche F bestimmen. Das nötige Gefälle berechnet man dann aus der Gleichung

$$h = 0{,}000386 \cdot \frac{v^2 \cdot l \cdot p}{F.}$$

Die besprochenen Kanäle, Gräben und Gerinne können natürlich auch oben zugedeckt sein und dann unterscheiden sie sich von den nunmehr zu betrachten-

den Druckrohrleitungen dadurch, dass ihr Querschnitt nicht ganz mit Wasser gefüllt ist.

Die Druckrohrleitungen oder **Druckleitungen** sind ganz mit Wasser gefüllt, welches unter einem mehr oder weniger hohen Drucke steht. Sie haben fast stets kreisförmigen Querschnitt, weil sich dieser für innere Druckbeanspruchungen eignet. Die Druckleitungen können nicht nur fallend, sondern auch steigend verlegt werden; auch kann das Steigungsverhältnis ganz beliebig sein, wenn sich nur die Ausmündung unter der Einmündung befindet, der Wasseraustritt also tiefer als der Wassereintritt erfolgt und die höchste Stelle der Rohrleitung zwischen Ein- und Austritt noch nicht 10 m über der Einmündungsstelle liegt. Die Leitungsröhren werden aus Gusseisen, aus Schmiedeeisen, Stahl, Blei, Ton, Steinzeug, Zement oder anderen geeigneten Stoffen hergestellt. Über die Leitungsröhren wird in einem späteren Abschnitte noch Näheres mitgeteilt werden.

Eine solche unter natürlichem Drucke stehende Röhrenleitung mündet entweder unter Wasser oder in freier Luft aus. Im ersteren Falle ist als wirksame, d. h. die Bewegung des Wassers durch die Rohrleitung bewirkende, Druckhöhe der senkrechte Abstand beider Wasserspiegel voneinander, im zweiten Falle aber die senkrecht gemessene Tiefe der Ausmündung unter dem Wasserspiegel im Ausflussbehälter, und zwar bis zur Mitte der Ausmündungsöffnung gemessen, anzunehmen. Diese Druckhöhe ist das verfügbare Gesamtgefälle der Druckrohrleitung. Die Bewegung des Wassers durch eine Rohrleitung ist denselben Gesetzen unterworfen wie die durch eine offene Leitung. Ein gewisser Teil des verfügbaren Gefälles ist auf die Hervorbringung der Wasserbewegung zu verwenden und als Gefällsverlust der Druckhöhenverbrauch anzusehen. Dieser Gefällsverlust setzt sich aus einer Anzahl von Einzelverlusten zusammen, welche durch den Eintritt des Wassers in die Rohrleitung, durch die Geschwindigkeit, mit welcher dasselbe die Leitung durchströmen muss, durch die Reibung des Wassers an den Rohrwandungen, durch die Überwindung der von Richtungs- und Querschnittsänderungen verursachten Widerstände usw. hervorgerufen werden. Die Größe aller dieser Gefällsverluste ist von verschiedenen Gelehrten mit peinlichster Sorgfalt, in neuen Rohren ermittelt worden. Für die Praxis hat aber eine besonders scharfe Bestimmung aller der einzelnen Widerstände und die genaue Berechnung der daraus entstehenden Gefällsverluste keinen rechten Zweck, da sich die Beschaffenheit des Rohrinnern in Beziehung auf die Reibung, infolge von Ablagerungen, Sinterungen, Rostbildungen usw. bald ändert. Man verfährt daher genügend genau, wenn man alle die Widerstände durch einen einzigen Zahlenwert ausdrückt und die Druckleitungen ähnlich behandelt wie vorhin die offenen Leitungen. Die dort gegebene Gleichung für v lautete

$$v = 50{,}9 \sqrt{\frac{h}{l} \cdot \frac{F}{p}}$$

Man hat es nun jetzt mit einer zylindrischen Leitung zu tun, für welche $F = \frac{\pi d^2}{4}$ und $p = \pi d$ ist. Die Wassermenge, welche durch eine solche Leitung mit der Geschwindigkeit v fließt, ist

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} \cdot v$$

woraus folgt

$$v = \frac{4Q}{\pi d^2}$$

Setzt man dies in die erste Gleichung für v ein, so wird

$$\frac{4Q}{\pi d^2} = 50{,}9 \sqrt{\frac{h}{l} \cdot \frac{d}{4}}$$

und daraus

$$Q = 20 \sqrt{\frac{h}{l} \cdot d^5} \text{ cbm/Sek.}$$

h, l und d sind in m zu messen. Will man die Wassermenge in Sekundenlitern **haben,** so braucht man Q nur mit 1000 zu multiplizieren. Die beigefügte Tabelle (S. **106** u. 107) gibt für verschiedene Rohrweiten und verschiedene Werte von $\frac{h}{l}$ die ausfließende Wassermenge in Sekundenlitern. Bei den Wasserversorgungsanlagen werden Rohre mit einem 50 cm übersteigenden Durchmesser nur selten angetroffen.

Aus der mitgeteilten Formel für Q ergibt sich

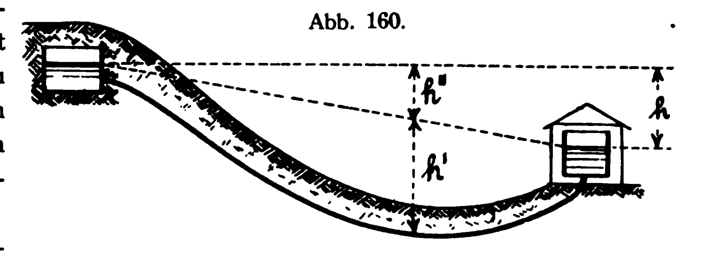
$$h = \frac{l}{d^5}\left(\frac{Q}{20}\right)^2 = 0{,}0025 \cdot l \frac{Q^2}{d^5}$$

und

$$d = \sqrt[5]{\frac{l}{h}\left(\frac{Q}{20}\right)^2} = 0{,}3 \sqrt[5]{\frac{l}{h} Q^2}$$

Diese sogenannte Dupuitsche Formel reicht für die gewöhnlichen Fälle der Praxis stets aus, wenn man nur h richtig einsetzt. Damit die Rohrleitung die geforderte Wassermenge wirklich liefert, hat man noch folgendes zu beachten. Verbindet man (Abb. 160 und 161) den Wasserspiegel im Ausflussbehälter (Hochbehälter) mit dem im Zuflussbehälter oder bei freiem Ausflusse (Abb. 161) mit der Ausmündungsmitte der Rohrleitung durch eine gerade Linie, so stellt diese die sogenannte Drucklinie dar, welche angibt, wie das vorhandene Gefälle nach und nach verbraucht wird, welcher Druck h′ in jedem Punkte der Leitung herrscht und welcher Druckhöhenverlust h″ bis zu diesem Punkte stattgefunden hat (Abb. 160). Die Drucklinie zeigt daher auch an, bis zu welcher Höhe das Wasser an der betreffenden Stelle in einem senkrechten Rohre höchstens noch aufsteigen würde und gibt somit, nebenbei bemerkt, auch eine Erklärung für die früher erwähnte Erscheinung, dass in artesischen Brunnen, die bis in dieselbe wasserführende, unter Druck stehende Erdschicht niedergebracht sind, das Wasser manchmal verschieden hoch steigt.

Abb. 160.



Soll nun die Druckleitung die geforderte Wassermenge sicher liefern, so müssen ihre höchsten Stellen (Abb. 161) immer unter der Drucklinie liegen. Überschreitet die Leitung die Drucklinie, so fließt weniger Wasser aus, denn

Wassermengen in Sekundenlitern.

d mm	$\frac{h}{l}=$														
	0,0001	0,0002	0,0004	0,0006	0,0008	0,0010	0,0012	0,0014	0,0016	0,0018	0,0020	0,0022	0,0024	0,0026	0,0028
50	0,112	0,158	0,224	0,274	0,316	0,354	0,387	0,418	0,447	0,475	0,500	0,524	0,548	0,570	0,592
100	0,632	0,894	1,265	1,549	1,789	2,000	2,191	2,366	2,530	2,679	2,828	2,966	3,098	3,225	3,347
150	1,743	2,465	3,486	4,270	4,929	5,512	6,038	6,521	6,971	7,394	7,795	8,175	8,539	8,888	9,224
200	3,577	5,058	7,155	8,762	10,12	11,31	12,39	13,38	13,98	15,18	16,00	16,78	17,52	18,24	18,93
250	6,249	8,837	12,50	15,31	17,67	19,76	21,65	23,38	24,99	26,51	27,94	29,31	30,61	31,86	33,07
300	9,858	13,94	19,72	24,15	27,88	31,17	34,15	36,88	39,43	41,82	44,09	46,24	48,29	50,27	52,17
350	14,50	20,50	28,99	35,51	41,00	45,85	50,22	54,24	57,98	61,49	64,83	68,00	71,02	73,93	76,72
400	20,24	28,63	40,49	49,59	57,25	64,02	70,13	75,74	80,97	85,88	90,53	94,95	99,17	103,2	107,1
450	27,16	38,41	54,34	66,54	76,84	87,70	94,10	101,6	108,7	115,3	121,5	127,4	133,1	138,5	143,7
500	35,36	50,00	70,73	86,62	100,7	111,8	122,5	132,3	141,4	150,1	158,1	165,8	173,2	180,3	187,1
550	44,87	63,46	89,76	109,9	126,9	141,9	155,5	170,3	179,5	190,4	200,7	210,5	219,8	228,8	237,5
600	55,67	78,89	111,6	136,6	157,8	176,4	193,2	208,7	223,2	236,7	249,5	261,6	273,3	284,4	295,6
650	68,12	96,34	136,2	166,9	192,7	215,4	236,0	254,9	272,5	288,4	304,6	319,5	333,7	347,4	360,5
700	82,00	116,0	164,0	200,9	231,9	259,3	284,1	306,8	327,9	347,9	366,7	384,6	401,7	418,1	433,9
750	97,45	137,8	194,9	238,7	275,6	308,2	337,6	364,6	389,8	413,4	435,8	457,1	477,4	496,9	515,7
800	114,5	161,9	229,0	280,5	323,8	362,1	396,6	428,4	457,9	485,7	505,7	537,0	560,9	583,8	605,9
850	133,2	188,4	266,4	326,3	376,8	421,2	461,4	498,4	532,8	565,2	595,7	624,7	652,5	679,2	704,9
900	153,6	217,3	307,3	376,4	434,6	485,8	532,2	574,9	614,6	651,9	687,1	720,6	752,7	783,4	813,0
950	175,9	248,8	351,8	430,9	497,5	556,3	609,4	658,1	703,6	746,3	786,7	825,1	861,8	897,0	930,9
1000	200,0	282,8	399,9	489,9	565,7	632,4	692,8	748,3	790,0	848,6	894,3	938,0	979,7	1020	1058

d mm	$\frac{h}{l} =$														
	0,0030	0,0035	0,0040	0,0045	0,0050	0,0055	0,0060	0,0065	0,0070	0,0075	0,0080	0,0085	0,0090	0,0095	0,0100
50	0,613	0,662	0,707	0,750	0,791	0,829	0,866	0,902	0,936	0,969	1,000	1,031	1,061	1,090	1,118
100	3,464	3,742	4,000	4,242	4,472	4,690	4,899	5,099	5,292	5,478	5,657	5,830	5,999	6,165	6,324
150	9,350	10,31	11,02	11,69	12,33	12,93	13,50	14,05	14,58	15,09	15,59	16,07	16,53	16,99	17,43
200	19,59	21,16	22,63	23,99	25,29	26,53	27,71	28,84	29,93	30,98	32,00	32,98	33,93	34,87	35,77
250	34,22	36,97	39,52	41,92	44,19	46,34	48,41	50,37	52,28	54,11	55,89	57,61	59,28	60,90	62,49
300	53,99	58,32	62,34	66,13	69,71	73,11	76,37	79,47	82,47	85,37	88,17	90,89	93,52	96,07	98,58
350	79,40	85,76	91,69	97,25	102,5	107,5	112,3	116,9	121,3	125,5	129,7	133,7	137,5	141,3	145,0
400	110,9	119,8	128,0	135,8	143,2	150,8	156,8	163,2	169,4	175,3	181,1	186,6	192,0	197,3	202,4
450	148,8	160,7	171,8	182,2	192,1	201,5	210,4	219,0	227,3	235,3	243,0	250,4	257,7	264,8	271,6
500	193,7	209,2	223,7	237,2	250,0	262,2	273.9	285,1	295,9	306,3	316,3	326,0	335,4	344,7	353,6
550	245,8	265,5	283,9	301,0	317,3	332,8	347,6	361,8	375,5	388,7	401,4	413,7	425,7	437,4	448,7
600	305,6	330,1	352,9	374,2	394,5	413,7	432,1	449,8	466,8	483,2	499,0	514,3	529,2	543,8	557,8
650	373,1	403,0	430,8	457,0	481,7	505,2	527,7	549,2	569,9	589,9	609,3	628,1	646,2	663,9	681,2
700	449,1	485,1	518,6	550,0	581,2	608,1	635,2	661,0	686,0	710,1	733,3	756,0	777,9	799,1	820,0
750	533,7	576,5	616,3	653,7	689,1	722,8	754,9	785,6	815,3	843,9	871,6	898,5	924,5	949,7	974,5
800	627,0	677,3	724,1	768.1	809,5	849,2	887,0	923,0	957,9	991,5	1024	1056	1086	1116	1145
850	727,9	788,1	842,6	893,5	941,9	987,9	1032	1074	1114	1154	1208	1228	1264	1298	1332
900	841,6	909,1	971,9	1031	1086	1138	1189	1237	1284	1329	1373	1415	1456	1496	1535
950	963,4	1041	1112	1180	1244	1305	1363	1418	1472	1523	1573	1622	1669	1714	1759
1000	1095	1183	1265	1342	1414	1483	1549	1613	1673	1732	1789	1844	1897	1949	2000

jetzt ist statt h die Höhe h_1 (Abb. 162) in die Gleichung für Q einzuführen und die aus dem Rohre ausfließende Wassermenge ist nun

$$Q_1 = 20\sqrt{\frac{h_1}{l} \cdot d^5}$$

Für l ist hier, wie auch sonst, die in der Rohrachse gemessene ganze Länge der Leitung (Abb. 161) einzusetzen. Die Druckhöhen h sind stets auf den etwa eintretenden niedrigsten Wasserstand im Hauptbehälter zu beziehen. Bei Abb. 161 ist ferner angenommen, dass das vorhandene Gefälle ganz aufgebraucht werden kann; soll aber das Wasser noch mit einer größeren Geschwindigkeit v austreten, so muss natürlicherweise der Endpunkt der Drucklinie um eine dieser Geschwindigkeit entsprechende Größe

$$h = \frac{v^2}{2g} = 0,051\, v^2 = 0,083 \left(\frac{Q}{d^2}\right)^2$$

höher gelegt werden, wodurch sich dann bei demselben Q, die erforderliche Rohrweite d ändert.

An den höchstgelegenen Stellen der Rohrleitung sammelt sich Luft an, die entfernt werden muss, wenn sie die Ausflussmenge nicht vermindern soll. Wo Gefahr vorhanden ist, dass der Rohrquerschnitt durch Verrosten usw. verengt werden kann, ist es zweckmäßig, d noch um 10 bis 12 Proz. zu vergrößern. Nach einer anderen praktischen Regel ist es der Sicherheit wegen empfehlenswert, den ausgerechneten Durchmesser bei reinem Wasser um 2, bei Wasser, welches absetzt aber um 3 bis 5 cm, im Mittel also um 4 cm zu vermehren. Die aus der Rohrleitung ausfließende Wassermenge lässt sich durch einen an ihrem unteren Ende angebrachten Hahn oder Absperrschieber genau regeln. Soll sich das Wasser mit einer bestimmten Geschwindigkeit durch die Rohrleitung bewegen, so muss man dieser nach der schon mitgeteilten Gleichung

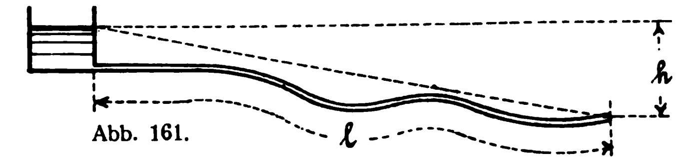


Abb. 161.

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot v$$

die lichte Weite

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot v}} = 1,128\sqrt{\frac{Q}{v}}$$

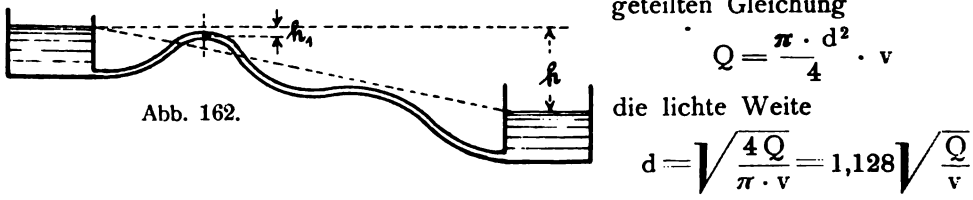


Abb. 162.

geben. Die Geschwindigkeit v wird gewöhnlich zwischen 0,6 und 1,5 m angenommen. Die folgende Tabelle (S. 109) gibt für verschiedene Rohrweiten und Geschwindigkeiten die durch die Rohrleitung abfließende Wassermenge in diesem Falle an.

Über die Rohrleitungen einer Wasserversorgung sind noch folgende allgemeine Bemerkungen zu machen. Das Rohrnetz wird entweder nach dem Verästelungssystem (Abb. 163) oder nach dem Kreislaufsystem (Abb. 164) angeordnet, von denen das letztere vorzuziehen ist, wenn es auch eine größere Gesamtrohrlänge als das erstere erfordert. In den bei dem Verästelungssystem

Sekundenliter.

Dchm. mm	Wassergeschwindigkeit in m/sk																		
	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00
50	0,10	0,20	0,29	0,39	0,49	0,59	0,78	0,98	1,18	1,37	1,57	1,77	1,96	2,45	2,94	3,44	3,93	4,90	5,90
100	0,39	0,78	1,18	1,57	1,96	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85	9,82	11,8	13,7	15,7	19,6	23,6
150	0,88	1,77	2,65	3,53	4,42	5,30	7,07	8,84	10,6	12,4	14,1	15,9	17,7	22,1	26,5	30,9	35,3	44,2	53,1
200	1,57	3,14	4,71	6,28	7,85	9,43	12,6	15,7	18,9	22,0	25.1	28,3	31,4	39,3	47,1	55,0	62,8	78,5	94,2
250	2,45	4,91	7,36	9,82	12,3	14,7	19,6	24,5	29,5	34,4	39,3	44,2	49,1	61,4	73,6	85,9	98,2	123	147
300	3,53	7,07	10,6	14,1	17,7	21,2	28,3	35,3	42,4	49,5	56.5	63,6	70,7	88,4	106	124	141	177	212
350	4,81	9,62	14,4	19,2	24,1	28,9	38,5	48,1	57,7	67,3	77,0	86,6	96,2	120	144	168	192	240	289
400	6,28	12,6	18,9	25,1	31,4	37,7	50,3	62,8	75,4	88,0	101	113	126	157	189	220	251	315	378
450	7,95	15,9	23,9	31,8	39,8	47,7	63,6	79,5	95,4	111	127	143	159	199	239	278	318	397	477
500	9,82	19,6	29,5	39,3	49,1	58,9	78,5	98,2	118	137	157	177	196	245	295	344	393	490	588
550	11,9	23,8	35,6	47,5	59,4	71,3	95,0	119	143	166	190	214	238	297	356	416	475	595	714
600	14,1	28,3	42,4	56,5	70,7	84,8	113	141	170	198	226	254	283	353	424	495	565	707	849
650	16,6	33,2	49,8	66,4	83,0	99,5	133	166	199	232	265	299	332	415	498	581	664	830	996
700	19,2	38,5	57,7	77,0	96,2	115	154	192	231	269	308	346	385	481	577	673	770	962	1155
750	22,1	44,2	66,3	88,4	110	133	177	221	265	309	353	398	442	552	663	773	884	1105	1326
800	25,1	50,3	75,4	101	126	151	201	251	302	352	402	452	503	628	754	880	1005	1257	1509
850	28,4	56,7	85,1	113	142	170	227	284	340	397	454	511	567	709	851	993	1135	1417	1701
900	31,8	63,6	95,4	127	159	191	254	318	382	445	509	573	636	795	954	1113	1272	1590	1908
950	35,4	70,9	106	142	177	213	284	354	425	496	567	638	709	886	1063	1240	1418	1772	2127
1000	39,3	78,5	118	157	196	236	314	393	471	550	628	707	785	982	1178	1374	1571	1962	2355

Tafel der Wassermengen und Gefälls–

Wassermengen Q in cbm f. d. Min.,

Geschwindigkeit v in

v		Innere Röhrenweite in Millimetern.							
		40	50	60	70	80	90	100	125
0,10	Q=	0,0075	0,0118	0,0170	0,0231	0,0302	0,0382	0,0471	0,0736
	h=	0,0415	0,0307	0,0241	0,0197	0,0167	0,0144	0,0127	0,0098
0,15	Q=	0,0113	0,0177	0,0254	0,0346	0,0452	0,0573	0,0707	0,1104
	h=	0,0934	0,0690	0,0542	0,0444	0,0376	0,0325	0,0287	0,0220
0,20	Q=	0,0151	0,0236	0,0339	0,0462	0,0603	0,0763	0,0942	0,1470
	h=	0,1661	0,1227	0,0965	0,0789	0,0668	0,0578	0,0510	0,0391
0,25	Q=	0,0189	0,0294	0,0424	0,0577	0,0754	0,0954	0,1178	0,1841
	h=	0,2596	0,1918	0,1509	0,1233	0,1043	0,0903	0,0796	0,0611
0,30	Q=	0,0226	0,0353	0,0509	0,0693	0,0905	0,1145	0,1414	0,2209
	h=	0,3738	0,2761	0,2171	0,1776	0,1502	0,1300	0,1147	0,0880
0,40	Q=	0,0302	0,0471	0,0678	0,0924	0,1206	0,1527	0,1885	0,2945
	h=	0,6646	0,4909	0,3860	0,3157	0,2671	0,2311	0,2039	0,1564
0,50	Q=	0,0377	0,0589	0,0848	0,1155	0,1508	0,1909	0,2356	0,3681
	h=	1,0385	0,7671	0,6031	0,4933	0,4173	0,3610	0,3185	0,2444
0,60	Q=	0,0452	0,0707	0,1018	0,1386	0,1810	0,2290	0,2827	0,4418
	h=	1,4954	1,1046	0,8685	0,7103	0,6009	0,5199	0,4587	0,3519
0,70	Q=	0,0528	0,0825	0,1187	0,1616	0,2111	0,2672	0,3299	0,5154
	h=	2,0354	1,5035	1,1821	0,9668	0,8179	0,7076	0,6244	0,4790
0,80	Q=	0,0603	0,0942	0,1357	0,1847	0,2413	0,3054	0,3770	0,5890
	h=	2,6585	1,9637	1,5440	1,2627	1,0683	0,9242	0,8155	0,6256
0,85	Q=	0,0641	0,1001	0,1442	0,1963	0,2564	0,3245	0,4006	0,6258
	h=	3,0012	2,2168	1,7430	1,4255	1,2060	1,0434	0,9206	0,7063
0,90	Q=	0,0679	0,1060	0,1527	0,2078	0,2714	0,3435	0,4241	0,6627
	h=	3,3647	2,4853	1,9541	1,5982	1,3520	1,1697	1,0321	0,7918
0,95	Q=	0,0716	0,1119	0,1616	0,2194	0,2865	0,3626	0,4477	0,6995
	h=	3,7489	2,7691	2,1773	1,7806	1,5065	1,3032	1,1499	0,8823
1,00	Q=	0,0754	0,1178	0,1697	0,2309	0,3016	0,3817	0,4712	0,7363
	h=	4,1539	3,0683	2,4125	1,9731	1,6692	1,4441	1,2742	0,9776
1,05	Q=	0,0792	0,1237	0,1781	0,2425	0,3167	0,4008	0,4948	0,7731
	h=	4,5797	3,3828	2,6598	2,1753	1,8403	1,5921	1,4048	1,0778
1,10	Q=	0,0829	0,1295	0,1860	0,2540	0,3317	0,4199	0,5184	0,8099
	h=	5,0262	3,7126	2,9191	2,3874	2,0197	1,7494	1,5418	1,1829
1,15	Q=	0,0867	0,1355	0,1951	0,2655	0,3468	0,4390	0,5420	0,8467
	h=	5,4936	4,0578	3,1905	2,6093	2,2075	1,9098	1,6851	1,2929
1,20	Q=	0,0905	0,1414	0,2036	0,2771	0,3619	0,4581	0,5655	0,8835
	h=	5,9816	4,4183	3,4740	2,8412	2,4037	2,0795	1,8349	1,4077
1,25	Q=	0,0942	0,1473	0,2121	0,2886	0,3770	0,4772	0,5891	0,9204
	h=	6,4904	4,7942	3,7695	3,0829	2,6081	2,2564	1,9906	1,5275
1,50	Q=	0,1131	0,1767	0,2545	0,3463	0,4524	0,5726	0,7069	1,1045
	h=	9,3463	6,9036	5,4281	4,4394	3,7557	3,2492	2,8670	2,1996
1,75	Q=	0,1319	0,2062	0,2969	0,4041	0,5278	0,6680	0,8247	1,2885
	h=	12,7213	9,3967	7,3883	6,0425	5,1120	4,4226	3,9023	2,9938
2,00	Q=	0,1508	0,2356	0,3393	0,4618	0,6032	0,7634	0,9425	1,4726
	h=	16,6157	12,2732	9,6500	7,8922	6,6769	5,7764	5,0968	3,9104
2,50	Q=	0,1885	0,2945	0,4241	0,5773	0,7540	0,9543	1,1781	1,8407
	h=	25,9253	19,1769	15,0781	12,3316	10,4326	9,0256	7,9638	0,1100
3,00	Q=	0,2262	0,3534	0,5089	0,6927	0,9048	1,1452	1,4137	2,2089
	h=	37,3324	27,6147	21,7125	17,7575	15,0229	12,9969	11,4679	8,7983

erluste für Wasserleitungsröhren.

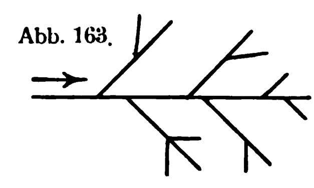
efällsverluste h in m auf 100 m Länge.

in der Sekunde

Innere Röhrenweite in Millimetern.										
150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500
.1060	0,1443	0,1885	0,2386	0,2945	0,3564	0,4241	0,5773	0,7540	0,9543	1,1781
.0079	0,0066	0,0057	0,0050	0,0045	0,0040	0,0037	0,0031	0,0027	0,0024	0,0021
.1590	0,2165	0,2827	0,3578	0,4418	0,5346	0,6362	0,8659	1,1310	1,4314	1,7672
.0178	0,0149	0,0128	0,0113	0,0100	0,0090	0,0082	0,0070	0,0061	0,0054	0,0048
.2121	0,2886	0,3770	0,4771	0,5890	0,7128	0,8482	1,1545	1,5084	1,9085	2,3562
.0317	0,0366	0,0228	0,0200	0,0179	0,0161	0,0147	0,0124	0,0108	0,0095	0,0085
.2651	0,3608	0,4712	0,5964	0,7363	0,8909	1,0603	1,4432	1,8850	2,3856	2,9452
0495	0,0415	0,0357	0,0313	0,0279	0,0251	0,0229	0,0194	0,0169	0,0149	0,0133
3181	0,4330	0,5655	0,7157	0,8836	1,0691	1,2723	1,7318	2,2619	2,8628	3,5343
0712	0,0598	0,0514	0,0451	0,0402	0,0362	0,0330	0,0279	0,0243	0,0214	0,0192
4241	0,5773	0,7540	0,9543	1,1781	1,4255	1,6965	2,3091	3,0159	3,8170	4,7124
1266	0,1062	0,0913	0,0801	0,0714	0,0643	0,0587	0,0496	0,0432	0,0381	0,0341
5301	0,7216	0,9425	1,1928	1,4726	1,7819	2,1206	2,8863	3,7699	4,7733	5,8905
1979	0,1660	0,1427	0,1251	0,1116	0,1005	0,0917	0,0775	0,0675	0,0595	0,0533
6362	0,8659	1,1310	1,4314	1,7671	2,1383	2,5447	3,4636	4,5239	5,7255	7,0686
2850	0,2390	0,2055	0,1802	0,1607	0,1448	0,1321	0,1117	0,0972	0,0856	0,0767
.7422	1,0102	1,3195	1,6700	2,0617	2,4946	2,9688	4,0409	5,2779	6,6798	8,2467
.3879	0,3254	0,2797	0,2453	0,2188	0,1970	0,1798	0,1520	0,1324	0,1166	0,1044
,8442	1,1545	1,5080	1,9085	2,3562	2,8510	3,3929	4,6181	6,0319	7,6341	9,4248
,5066	0,4250	0,3653	0,3204	0,2857	0,2573	0,2349	0,1985	0,1729	0,1522	0,1364
,9013	1,2267	1,6022	2,0278	2,5034	3,0292	3,6051	4,9068	6,4087	8,1112	10,014
,5719	0,4798	0,4124	0,3617	0,3226	0,2905	0,2651	0,2241	0,1952	0,1718	0,1539
,9543	1,2989	1,6965	2,1471	2,6507	3,2074	3,8170	5,1954	6,7854	8,5883	10,603
,6412	0,5379	0,4624	0,4055	0,3616	0,3257	0,2972	0,2512	0,2188	0,1927	0,1726
,0073	1,3710	1,7906	2,2664	2,7980	3,3856	4,0290	5,4840	7,1623	9,0655	11,192
,7144	0,5993	0,5152	0,4518	0,4029	0,3629	0,3311	0,2799	0,2438	0,2147	0,1923
,0603	1,4432	1,8850	2,3857	2,9452	3,5638	4,2412	5,7727	7,5398	9,5426	11,781
,7916	0,6640	0,5708	0,5006	0,4465	0,4021	0,3670	0,3102	0,2701	0,2379	0,2130
,1133	1,5153	1,9792	2,5049	3,0925	3,7419	4,4533	6,0613	7,9168	10,020	12,370
,8725	0,7321	0,6293	0,5519	0,4927	0,4433	0,4046	0,3420	8,2978	0,2622	0,2349
,1663	1,5875	2,0733	2,6242	3,2398	3,9201	4,6653	6,3499	0,2938	10,497	12,959
,9578	0,8035	0,6907	0,6057	0,5402	0,4866	0,4440	0,3753	0,3269	0,2878	0,2578
,2194	1,6597	2,1677	2,7435	3,3869	4,0983	4,8775	6,6386	8,6708	10,974	13,548
,0469	0,8782	0,7549	0,6621	0,5901	0,5318	0,4853	0,4102	0,3572	0,3146	0,2818
,2723	1,7318	2,2620	2,8628	3,5343	4,2765	5,0892	6,9272	9,0480	11,451	14,137
,1399	0,9562	0,8220	0,7209	0,6429	0,5791	0,5284	0,4466	0,3890	0,3425	0,3068
,3254	1,8040	2,3562	2,9821	3,6816	4,4547	5,3015	7,2158	9,4248	11,928	14,726
,2369	1,0375	0,8919	0,7822	0,6976	0,6283	0,5734	0,4846	0,4221	0,3716	0,3329
,5904	2,1648	2,8274	3,5785	4,4179	5,3456	6,3617	8,6590	11,310	14,314	17,671
,7811	1,4941	1,2844	1,1264	1,0046	0,9048	0,8257	0,6979	0,6078	0,5352	0,4794
,8555	2,5256	3,2987	4,1749	5,1542	6,2366	7,4220	10,102	13,195	16,700	20,617
,4243	2,0336	1,7482	1,5331	1,3673	1,2315	1,1238	0,9499	0,8273	0,7284	0,6525
,1206	2,8864	3,7699	4,7713	5,8905	7,1275	8,4823	11,545	15,080	19,085	23,562
,1664	2,6562	2,2834	2,0025	1,7859	1,6085	1,4679	1,2407	1,0805	0,9511	0,8522
,6507	3,6080	4,7124	5,9642	7,3631	8,9094	10,603	14,432	18,850	23,856	29,452
,9475	4,1503	3,5678	3,1289	2,7905	2,5132	2,2937	1,9386	1,6888	1,4866	1,3316
,1809	4,3295	5,6549	7,1570	8,8357	10,691	12,723	17,318	22,620	28,628	35,343
,1244	5,9764	5,1376	4,5056	4,0183	3,6191	3,3027	2,7916	2,4312	2,1407	1,9174

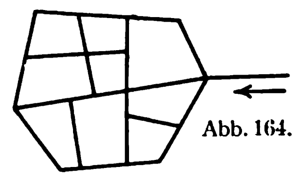
vorhandenen vielen Rohrenden steht das Wasser leicht ab, was bei dem Kreislaufsystem nicht zu befürchten ist. Die Rohrabzweigungen geschehen beim Verästelungssystem am besten unter spitzem, beim Kreislaufsystem aber unter rechtem Winkel.

Wie an den höchsten Stellen einer Rohrleitung Lufthähne oder Ventile anzubringen sind, durch welche die sich nach und nach ansammelnde Luft, die sonst den Durchfluss stören oder ganz verhindern könnte, herausgelassen werden kann, so sind an den tiefsten Stellen der Leitung Schlammkasten einzubauen, in denen sich die im Wasser enthaltenen gröberen Unreinigkeiten ansammeln können, die dann leicht durch die ebenfalls hier einzubauenden Ablassvorrichtungen zu entfernen sind. Längere Leitungen müssen außerdem mit Reinigungsöffnungen versehen werden, die mit abnehmbaren Deckeln zu verschließen und etwa 80 bis 100 m weit voneinander anzuordnen sind. An den Abzweigungsstellen endlich hat man Teilkästen und Absperrschieber einzuschalten.


Abb. 163.

Über alle diese Einrichtungen wird später noch das Nötige mitgeteilt werden.

Da wo genügender natürlicher Druck nicht vorhanden ist, kann man das Wasser mit einer Pumpvorrichtung durch die Druckrohrleitung treiben; auch hierüber wird später noch ausführlicher zu sprechen sein.


Abb. 164.

Zur Bestimmung der Rohrweiten und Wassermengen kann man sich auch der Darcyschen Tafel (S. 110 u. 111) welche Stühlens Ingenieurkalender entnommen wurde, bedienen, die aber lange nicht so schnell zum Ziele führt wie die nach Dupuit berechnete.

In Stühlens Kalender findet sich hierzu noch folgende Gebrauchsanweisung.

Um für eine gegebene Druckhöhe bei gegebener Wassermenge die erforderliche Rohrweite zu bestimmen, nehme man zunächst eine Rohrweite nach Gutdünken an und bestimme mit Hilfe der Tafel die Geschwindigkeit v und den Gefälleverlust, zu dem man die erforderliche Druckhöhe $1{,}5 \frac{v^2}{2g}$ so wie den Verlust an Druckhöhe durch etwa vorhandene Krümmungen addiert. Ist das Ergebnis größer oder kleiner als die gegebene Druckhöhe, so hat man die Weite der Rohrleitung bezw. größer oder kleiner anzunehmen und die Rechnung zu wiederholen, bis die Ergebnisse eine genügende Übereinstimmung haben.

Um für eine gegebene Rohrleitung bei gegebener Druckhöhe die Wassermenge zu finden, nehme man einen Näherungswert für die Wassermenge an und bestimme mit Hilfe der Tafel die Geschwindigkeit v und den Gefälleverlust, zu dem man den Wert $1{,}5 \frac{v^2}{2g}$ so wie den Druckhöhenverlust durch Krümmungen addiert. Je nachdem das Ergebnis größer oder kleiner als die gegebene Druckhöhe ausfällt, hat man die Wassermenge kleiner oder größer anzunehmen und dann die Rechnung zu wiederholen, bis eine genügende Übereinstimmung erfolgt ist.

Für Krümmungen hat man noch den dadurch erzeugten Verlust an Gefälle oder Druckhöhe in Rechnung zu ziehen; derselbe beträgt:

$$h = \frac{\beta}{180} \frac{v^2}{2g} m,$$

wenn β den Zentrumwinkel der Krümmung in Graden bezeichnet.

Für $\frac{\text{halben Rohrdurchmesser}}{\text{Halbmesser der Krümmung}}$ =	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1
hat man: =	0,13	0,16	0,29	0,66	1,41	1,98

Zur angenäherten Bestimmung der Widerstandshöhen kann man mit Vorteil auch folgende kleine, aus dem Elektro-Ingenieurkalender von Hirsch und Wilking entnommene Tafel benutzen.

Widerstandshöhen in m Wassersäule für 100 m gerade Rohrlänge oder 100 Krümmer.

Lichte Rohrweite mm	Wassergeschwindigkeit in m pro Sek. v =										
	0,5	0,75	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	5,0
40—50	0,7	1,5	2,4	3,4	4,4	5,6	6,7	8,6	13,0	18,0	47,0
60—70	0,5	1,0	1,7	2,4	3,2	4,0	4,8	6,1	9,2	13,0	34,0
80—90	0,4	0,8	1,4	1,9	2,5	3,1	3,7	4,7	7,1	10,0	26,0
100—125	0,3	0,6	1,0	1,3	1,8	2,2	2,7	3,4	5,1	7,3	19,0
150—175	0,2	0,4	0,7	1,0	1,3	1,6	1,9	2,5	3,7	5,2	14,0
200—225	0,15	0,3	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5	1,9	2,9	4,1	11,0
250—275	0,13	0,27	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,3	3,3	9,0
300—325	0,11	0,23	0,38	0,5	0,7	0,9	1,0	1,3	2,0	2,8	7,0
350—375	0,10	0,20	0,33	0,45	0,6	0,8	0,9	1,1	1,7	2,5	6,0
400—425	0,08	0,18	0,29	0,40	0,50	0,7	0,8	1,0	1,5	2,2	5,6
450—475	0,08	0,16	0,26	0,35	0,46	0,6	0,7	0,9	1,4	2,0	5,0
475—500	0,07	0,14	0,23	0,32	0,42	0,5	0,6	0,8	1,3	1,8	4,4

Beispiel: Länge der Leitung 200 m mit 10 Krümmern. Rohrdurchmesser 100 mm, Geschwindigkeit 1,6 m. Wie groß ist die Widerstandshöhe der Leitung?

Für die gerade Rohrleitung $2 \times 2{,}2 = 4{,}4$ m

Für 10 Krümmer $\frac{10}{100} \cdot 2{,}2 = 0{,}22$ m

Widerstandshöhe $h = 4{,}62$ m.

Springende Wasserstrahlen.

Steigt das ausfließende Wasser in einem Strahle senkrecht auf, so hat es einen Luftwiderstand zu überwinden, weshalb die Sprunghöhe nicht die volle Geschwindigkeitshöhe erlangt; die Sprunghöhe ist auch von der Form und Weite der Mündung abhängig.

Ist h die Druckhöhe oder theoretische Geschwindigkeitshöhe

s die Sprunghöhe für den Wasserstrahl, welcher aus einer 1 cm weiten Kreismündung in einer dünnen Wand aufsteigt,

s_1 die Sprunghöhe für den Wasserstrahl, welcher aus einer kurzen konischen Röhre mit innerer Abrundung und 1 cm Mündungsweite aufsteigt

so ist nach Weisbach

h =	3,14	6,27	9,42	12,55	15,69	18,83	22,0 m
s =	3,02	5,74	8,13	10,17	11,87	13,25	14,34 m
s_1 =	3,00	5,84	8,40	10,76	12,80	14,60	16,00 »

Bei größerer Mündungsweite fallen die Sprunghöhen etwas größer aus.

Nach amerikanischen Versuchen betrug die senkrechte Sprunghöhe bei einem, an einem konischen Rohre befindlichen ausgerundeten Mundstücke von 2 cm Weite s_2 und bei einem solchen von 3,5 cm Weite s_3 bei Windstille

h	5	10	15	20	30 m
s_2 =	4,3	8,8	13,1	17,7	25,3 m
s_3 =	4,6	9,5	14,0	18,3	27,8 »

Dritte Abteilung.

Röhren und Wasserleitungen.

Röhren im allgemeinen.

Die Wasserleitungsröhren dürfen dem durchfließenden Wasser keine schäd-
ıen oder unangenehmen Eigenschaften verleihen. Sie sind deshalb aus Stoffen
zustellen, die das Wasser nicht angreift oder müssen doch wenigstens durch
endwelche Behandlung gegen diese Angriffe nach Möglichkeit unempfindlich
nacht werden. Da das Wasser, infolge der sehr verschiedenartigen Bei-
ngungen, die es enthalten kann, sich auch sehr verschieden gegen die Röhren
hält, so ist es stets zweckmäßig, die Beschaffenheit des Wassers genau zu
unden, ehe man sich für die Anwendung einer bestimmten Rohrgattung
scheidet.

Die Röhren müssen vollkommen dicht sein und hinreichende Festigkeit
en inneren und äußeren Druck, sowie genügende Widerstandsfähigkeit gegen
Einwirkungen der Bodenfeuchtigkeit besitzen.

Man benutzt, je nach den im Einzelfalle vorliegenden Verhältnissen, Rohre
Holz, Eisen, Blei, Zinn, Steinzeug oder aus Zement, in selteneren Fällen
l auch Rohre aus Kupfer, Messing, Stein, Porzellan, Glas oder aus asphaltier-
Papier. Zu den Rohren, die hier zu besprechen sind, gehören auch die aus
er, Hanf, Gummi usw. hergestellten Schläuche.

Der Querschnitt der Rohrleitungen kann bei Anwendung von Holz und
enblech manchmal rechteckig sein, doch ist dies nur bei untergeordneten
ungen, die keinen nennenswerten Innendruck auszuhalten haben, hie und da
räuchlich. Blechrohre mit rechteckigem Querschnitte werden noch seltener
etroffen als ebensolche Holzrohrleitungen.

Weit mehr Wichtigkeit als der rechteckige hat der kreisrunde Querschnitt,
sich für inneren Druck besonders eignet und der deshalb bei Druckrohr-
ıngen fast ausschließlich angewendet wird.

Die Wandstärke, welche man den Rohrleitungen von kreisrundem Quer-
nitte zu geben hat, hängt in erster Linie von dem Stoffe, aus dem die Rohre
tehen, von ihrer lichten Weite und von dem inneren Drucke ab, den sie aus-

zuhalten haben; auch auf Einwirkungen, die von außen her auf die Rohrwandungen sich geltend machen und anderes hat man bei Bemessung der Wandstärke Rücksicht zu nehmen. Im allgemeinen kann man sie nach folgender Erfahrungsformel annähernd bestimmen: Wenn

e die Wandstärke in cm
d die Weite in cm und
n den Überdruck im Rohrinnern in Atmosphären

(kg/qcm) bedeutet, so ist

$$e = \alpha \cdot n \cdot d + \beta$$

Die Werte der Zahlen α und β werden für verschiedene Stoffe sehr verschieden angegeben und wechseln z. B. beim Gusseisen für α von 0,002 bis 0,004 und für β von 0,5 bis 0,8.

Man kann die Wandstärke erfahrungsgemäß für Rohre

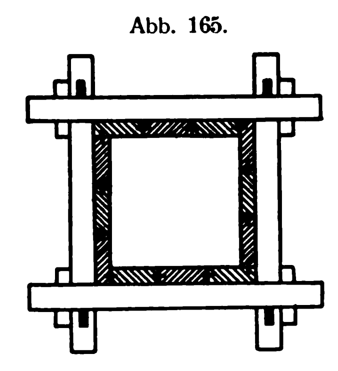
aus Holz $e = 0{,}0330 \cdot n \cdot d + 2{,}7$ cm
aus Gusseisen $e = 0{,}0030 \cdot n \cdot d + 0{,}7$ »
aus Schmiedeeisen und Stahl $e = 0{,}0008 \cdot n \cdot d + 0{,}3$ »
aus Blei und Zinn $e = 0{,}0025 \cdot n \cdot d + 0{,}5$ »
aus Kupfer und Messing $e = 0{,}0015 \cdot n \cdot d + 0{,}4$ »
aus Steinzeug $e = 0{,}0125 \cdot n \cdot d + 2{,}0$ »
aus Stein $e = 0{,}0454 \cdot n \cdot d + 3{,}5$ »

annehmen.

Hölzerne Rohre.

Holzrohre mit quadratischem Querschnitte, welche, wie schon bemerkt wurde, nur für geringen Innendruck zulässig sind, macht man ähnlich wie die in Abb. 156 S. 101 dargestellten hölzernen Spundstücke aus 4 bis 5 cm starken Pfosten, welche man, um eine genügende Wasserdichtigkeit zu erzielen, mit Feder und Nut zusammenfügt und durch Eisenbänder oder durch hölzerne Geviere (Abb. 165) bindet, die in Abständen von ungefähr 1 m voneinander angebracht werden und den Wasserdruck aufzunehmen haben. Diese Rohre sind im Durchschnitt etwa 4 m lang und werden mit Hilfe von eisernen Federn, die in eine durch einen Sägeschnitt gebildete Nut kommen, zu längeren Leitungen zusammengesetzt. Sie sind verhältnismäßig teuer und finden daher nur beschränkte Anwendung.

Abb. 165.



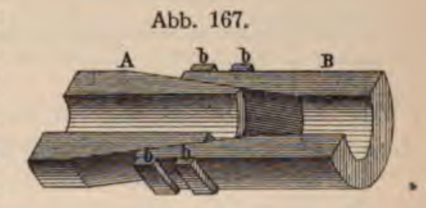
Weit größere Bedeutung als diese vierkantigen Rohre haben die gebohrten Holzrohre, die früher sehr häufig und auch jetzt noch vielfach benutzt werden. Sie werden aus Lärchen-, Kiefer- oder Fichtenholz, auch wohl aus Erle hergestellt, indem man die im Spätherbste gefällten, nicht abgerindeten Baumstämme der Länge nach durchbohrt und, zum Schutze gegen Fäulnis, hie und da auch noch mit einem glühenden Eisenkolben ausbrennt. Die Bohrung beträgt 30 bis höchstens 200 mm und soll nicht weiter als höchstens 1/3 der Stammdicke sein, so dass also die Wandstärke meist gleich der Bohrung ist.

Die innere Weite der gangbarsten dieser gewöhnlich 4 m langen Rohre wurde früher allgemein und dann und wann auch jetzt noch als einböhrig bezeichnet, wenn das Bohrloch $2^1/_2$ Zoll des ortsüblichen Maßes Durchmesser besitzt. Eine zweiböhrige Röhre hat 3 Zoll, eine dreiböhrige $3^1/_2$ Zoll, eine vierböhrige 4 Zoll usw. Die fertigen Rohre legt man sofort nach ihrer Anfertigung in stehendes Wasser, damit sie nicht reissen und lässt sie einige Jahre darin liegen. Die hölzernen Leitungsrohre gewähren den Vorteil, nicht teuer zu sein und doch einem nicht unbedeutenden inneren Drucke, drei bis vier Atmosphären, zu widerstehen. Da sie aber meist in wenigen Jahren faulen und dann dem Wasser einen unangenehmen Geschmack verleihen, so muss man sie ziemlich oft erneuern. Kohlensäurehaltiges Wasser zerstört sie besonders leicht und gibt dem Wasser dann einen Geruch nach Schwefelwasserstoff. Mittelhartes Wasser mit wenig Kohlensäure greift die Rohre weit weniger an. Es gibt gebohrte Holzröhren, die seit nahezu 30 Jahren im Dienste stehen und noch jetzt brauchbar sind. Die Dauer der Rohre hängt ganz von den Eigenschaften des zu leitenden Wassers und von der Beschaffenheit der die Röhren umgebenden Stoffe ab. Die Leitungsrohre muss man sorgfältig auswählen nnd diejenigen unbedingt verwerfen, welche Löcher, Knoten, Spalte oder Risse zeigen. An den Astknoten pflegt das Wasser zuerst auszutreten und hier beginnen auch die Röhren zuerst schadhaft zu werden.

Abb. 166.

Die einfachste Art der Verbindung der einzelnen Holzrohre zu einem Rohrstrange ist die durch Büchsen (Abb. 166). Diese Büchsen bestehen aus Eisen; sie sind 8 bis 10 cm lang, an beiden Enden zugeschärft und in der Mitte mit einem Wulste versehen. Man macht sie 25 bis 50 mm weiter als die Bohrung der zu verbindenden Rohre. Auf die Rohrenden zieht man häufig noch eiserne Ringe warm auf. Man schlägt das eine Ende der Büchse vor die Bohröffnung des einen Rohres bis an den Wulst ein, setzt dann das zweite Rohr an, treibt es mit einem hölzernen Schlegel bis auf den Wulst ein und erhält auf diese Weise eine sehr feste und dichte Verbindung.

Abb. 167.



Eine andere Verbindungsweise zeigt Abb. 167. Hierbei wird das eine Rohr A etwas konisch zugespitzt, in das entsprechend ausgeweitete Ende des anderen Rohres B hineingesteckt, mittels eisernen Reifen b b befestigt und dann kalt verkittet. Der dazu benutzte Kitt besteht meist aus Hammeltalg, welcher mit Ziegelmehl in einem Mörser so lange bearbeitet wird, bis die Masse weichem Wachse ähnlich ist. Man kann auch ein Gemisch von gebranntem Kalk und Käse, sogenanntes Käseleimpulver oder Käsekitt, mit Wasser anrühren und die betreffenden Stellen damit verkitten. Die Erhärtung erfolgt rasch. Zweckmäßig ist es, die Verbindungsstellen noch mit einem Anstrich von Leinöl oder Asphalt zu versehen.

Eine dritte Art des Zusammenstoßens veranschaulicht Abb. 168. Beide Rohre A und B werden hierbei mit ihren zugespitzen Enden in ein rundes Holzstück C eingetrieben und mit eisernen Reifen gebunden.

Abzweigungen werden in der Weise ausgeführt, die Abb. 169 erkennen lässt und Reinigungsöffnungen werden einfach durch einen Spund verschlossen (Abb. 170). Zur Abdichtung benutzt man in beiden Fällen eine dünne Umwickelung mit eingetalgtem Werg oder eingefetteter Leinwand.

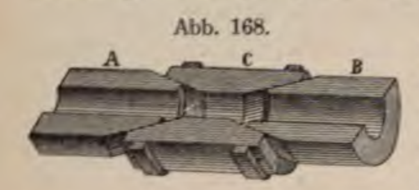
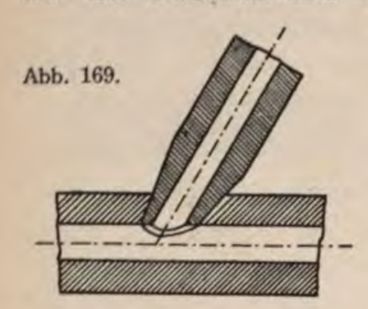


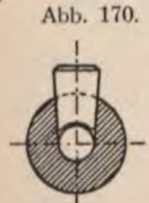
Abb. 168.

In neuerer Zeit kommen hölzerne Leitungsrohre wieder mehr in Aufnahme, aber freilich nicht in der eben besprochenen einfachen Gestalt, sondern in anderer Ausführung. Da sind zunächst die für weitere Leitungen und geringen Druck (etwa 1 bis 1,5 Atmosphären) bestimmten, aus Dauben mit eisernen Reifen fassartig zusammengesetzten Rohre von Herzog in Logelbach im Elsass zu erwähnen, die in Baulängen von 5 m und in Weiten von 0,5 bis 1,8 m bei 6 bis 8 cm Wandstärke hergestellt werden (Abb. 171). Eine gewisse äußerliche Ähnlichkeit mit diesen Herzogschen Rohren haben die hölzernen Druckleitungsrohre mit schraubenförmiger Stahlbandarmatur von Gebr. Crotogino in Schweidnitz, Schlesien (Abb. 172) die sich aber doch wesentlich von jenen unterscheiden. Die Rohrwandung besteht nicht aus Dauben, sondern aus einzelnen gespundeten Stäben, die aus entsaftetem Nadelholz hergestellt werden, welches in die erforderliche Gestalt gepresst wird. Durch die Entstehung und den bei der Pressung angewandten hohen Druck werden die im frischen Holze enthaltenen Fäulniserreger entfernt und die Poren des Holzes geschlossen, wodurch man jedenfalls ein sehr brauchbares und dauerhaftes Erzeugnis erhält, welches volle Beachtung verdient. Die einzelnen Rohre werden in Baulängen von 1,2 m hergestellt nnd haben folgende Abmessungen:


Abb. 169.

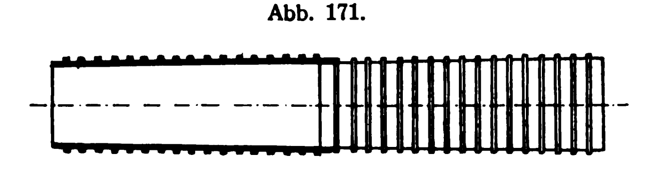
Lichte Weite	25	30	35	40	50	60	70	80	90	100	125	150	175	200	mm
Äußerer Durchmesser	75	90	90	90	115	132	152	152	165	178	230	255	280	305	mm

Die Stahlbandarmatur richtet sich nach dem Drucke, für welchen die Rohre bestimmt sind. Die Fabrik stellt Rohre für 3, 6 und 12 Atmosphären Innendruck her. Die einzelnen Rohre werden durch Zapfen und Muffen fest miteinander verbunden, doch können auch Flanschen zur Verbindung benutzt werden. Abzweigungen sind unter beliebigem Winkel ausführbar. Rohre, die in die Erde kommen, können durch eine starke Asphaltauflage gegen äußere schädliche Einflüsse noch besonders geschützt werden. Über amerikanische Holzrohre ganz ähnlicher Konstruktion findet man in den „Mitteilungen aus der Praxis des Dampfkessel- und Maschinenbetriebes" 1903 S. 568 eine Notiz.


Abb. 170.

Außer diesen Rohren liefert die Firma unter den Namen „Crotoginorohre" auch noch „patentgeschweißte" schmiedeeiserne Rohre mit innerer, fest eingepresster Holzwandung, deren Querschnitt die Abb. 173 veranschaulicht. Auch bei diesen Rohren besteht die Holzwandung aus ausgesaftetem oder ausgelaugtem und stark gepresstem Nadelholze. Die Crotoginorohre haben eine durchschnittliche Baulänge von 4 m und werden durch Muffen (Abb. 174) oder mit festen oder nach Abb. 175 gestalteten Flanschen verbunden. Sie werden in folgenden Weiten und Stärken geliefert (s. Tabelle S. 120).

Abb. 171.

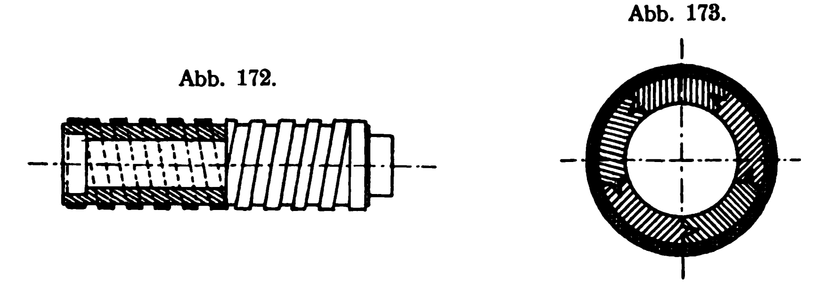


Beide Rohrgattungen sollen vollkommen unempfindlich gegen Frost und Hitze sein, was ihrer ganzen Herstellungsweise nach auch zu erwarten ist. Sie brauchen infolgedessen nicht so tief in die Erde gelegt zu werden, wie z. B. eiserne Rohre.

Eiserne Rohre.

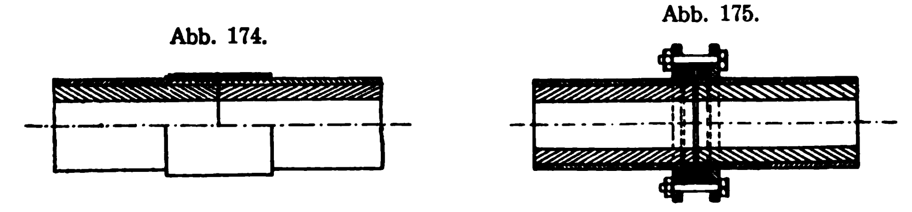
Hierbei unterscheidet man Rohre aus Gusseisen, aus Schmiedeeisen (Schweißeisen) und aus Stahl (Flusseisen).

Abb. 172. Abb. 173.



a) Gusseisenrohre. Die Hauptröhren einer Wasserleitung werden z. Z. meist aus Gusseisen hergestellt. Zur Verbindung der einzelnen Rohre erhalten dieselben an einem Ende eine Muffe oder an beiden Enden Flanschen oder weder Muffen noch Flanschen. Derartige glatte Rohre werden durch Hülsen, sogenannte Überschieber oder durch aus zwei Halbzylindern bestehende Schellen

Abb. 174. Abb. 175.



miteinander verbunden. Jedes Rohr muss dicht, also undurchlässig sein, aber auch eine genügende Festigkeit besitzen, um dem Wasserdrucke und den Erschütterungen und Stößen Widerstand leisten zu können, welche durch sogenannte Wasserschläge in den Leitungen hervorgerufen werden. Abgesehen von der Beschaffenheit des verwendeten Gusseisens ist für die Güte eines Rohres besonders eine gleichmäßige Wand-

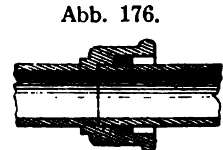
Crotoginorohre.

Äusserer Durchmesser	Lichte Weite	Stärke der Eisenwandung	Ungefähres Gewicht der Rohre mit glatten Enden	Rohre mit Flanschen nach Abb. 175.							Rohre mit festen Flanschen.				
				Flanschen-Durchmesser	Flanschen-Stärke	Flanschenlochkreis	Durchm. der Schraubenlöcher	Anzahl d. Schraubenlöcher	Stärke des Bundes	Ungefähres Gewicht der Rohre	Flanschen-Durchmesser	Flanschen-Stärke	Flanschenlochkreis	Durchm. der Schraubenlöcher	Anzahl d. Schraubenlöcher
mm	mm	mm	kg/m	mm	mm	mm	mm		mm	kg/m	mm	mm	mm	mm	
41,5	20	2,25	2,50	110	10	80	15	3	13	2,83	99	8	71	11,5	3
44,5	20	2,25	2,75	120	10	87	15	3	13	2,95	103	8	75	11,5	3
51	25	2,5	3,57	125	13	92	15	3	13	3,82	116	10	84	14	3
57	30	2,75	3,80	130	13	98	15	3	13	4,15	124	10	92	14	3
60	35	3	4,90	130	13	98	15	3	13	5,30	129	10	97	14	3
63,5	35	3	5,45	140	13	105	15	4	13	5,90	133	12	101	14	3
70	40	3	6,40	160	13	120	17	4	16	6,90	140	12	108	14	4
76	45	3	6,95	165	13	125	17	4	16	7,50	146	12	114	17	4
83	50	3,25	8,25	170	15	132	17	4	16	8,95	163	12	126	17	4
89	60	3,25	8,58	180	15	140	17	4	16	9,50	169	14	132	17	4
95	60	3,25	9,70	185	15	145	17	4	16	10,60	175	14	138	17	4
95	65	3,25	9,40	185	15	145	17	4	16	10,27	175	14	138	17	4
102	65	3,25	11,51	190	15	152	17	4	16	12,50	185	14	148	17	4
102	70	3,75	11,11	190	15	152	17	4	16	12,00	185	14	148	17	4
108	70	3,75	12,16	200	17	160	17	4	16	13,20	191	14	154	17	4
114	80	3,75	12,90	205	17	165	17	4	16	14,00	197	14	160	17	4
121	80	4	14,76	230	17	182	21	4	20	16,00	204	14	167	17	4
127	90	4	15,13	240	17	190	21	4	20	16,80	226	16	179	21	4
133	90	4	16,35	245	17	195	21	4	20	18,05	231	16	184	21	4
140	100	4,5	18,60	250	17	200	21	4	20	20,40	239	16	192	21	4
146	100	4,5	20,06	255	17	207	21	6	20	22,00	245	16	198	21	6
165	125	4,5	22,05	265	20	235	21	6	23	24,10	269	16	222	21	6
171	125	4,5	23,61	285	20	235	21	6	23	25,90	275	16	228	21	6
191	150	5,5	29,93	310	20	260	21	6	23	32,73	300	18	253	21	6
203	150	5,5	33,60	320	20	270	21	6	23	36,90	313	20	266	21	6
216	175	6,5	38,20	335	20	285	21	8	23	41,70					
229	175	6,5	43,00	365	23	305	24	8	26	46,60					
241	185	6,5	45,20	375	23	315	24	8	26	49,44					
254	200	6,5	48,40	390	23	330	24	8	26	53,20					
267	215	7	53,50	400	24	350	24	8	30	60,00					
279	225	7,5	60,00	410	26	355	24	8	30	66,00					
292	235	7,5	63,00	415	28	365	24	8	32	70,00					
305	250	7,5	66,00	425	30	375	24	8	32	74,00					

stärke von großem Einflusse. Die Herstellung eines dichten und gleichmäßig starken Rohres gelingt am besten, wenn man dasselbe stehend, d. h. mit senkrechter Achse gießt. Jedes Rohr muss bei einer Wärme von nicht unter 180 ⁰ C asphaltiert werden. Hierdurch erhält es einen schützenden Überzug, welcher auch im Rohrinnern die Oxydation verhindert. Das Muffeninnere und das äußere Schwanzende der Muffenrohre werden vor der Asphaltierung mit Kalkmilch überstrichen, damit der Asphaltüberzug an diesen Stellen leicht abgelöst werden kann. Es ist dies wegen des besseren Anhaftens des später in den ringförmigen Raum zwischen Schwanzende und Muffenwand einzugießenden Bleiringes erforderlich. Der Asphaltüberzug ist, wenn er auf die warmen Rohre aufgebracht wird, ziemlich fest und dauerhaft, doch verhindert er, auch in bester Ausführung, die Bildung von Rostknollen nicht.

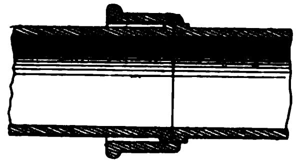
Trotz guter Asphaltierung wird das Innere der Gusseisenrohre von weichem, lufthaltigen Wasser mit Kohlensäure sehr oft stark angegriffen. Einen besseren Schutz hiergegen als Asphalt gibt ein Anstrich aus dünnem Zementmörtel, der sehr fest an dem Eisen haftet und auch nicht abgerissen und zerstört wird, wenn die Geschwindigkeit des Wassers in der Leitung nicht mehr als 2,5 m beträgt. Der innere Anstrich der Wasserleitungsrohre mit Kalkmilch oder mit Ton ist nicht zu empfehlen, da beide nicht lange halten und der letztere dem Wasser überdies einen sehr unangenehmen Geschmack erteilt. Auch die Außenseite der Gusseisenrohre ist, wie die der Holzrohre mannigfachen Angriffen ausgesetzt. In erster Reihe hängt dies von der Beschaffenheit der die Rohre umgebenden Stoffe ab, dann aber auch, an Orten, an denen sich elektrische Anlagen befinden, von den dabei häufig im Erdboden auftretenden sogenannten vagabondierenden Strömen. Gegen die ersterwähnten chemischen Einflüsse schützt der Asphaltüberzug in vielen Fällen, auch ein Zementanstrich kann gute Dienste leisten und manchmal kann man die Rohre durch Umkleidung mit einer Ton- oder Lehmschicht schützen. Gegen die Einwirkung der elektrischen Ströme ist noch kein ganz zuverlässiges Mittel gefunden worden; am besten ist es, die Rohrverbindungen möglichst gut leitend herzustellen.

Abb. 176.



Der Druck in den Wasserleitungen beträgt selten mehr als 6 bis 8 Atmosphären, so dass es genügt, die Rohre einem Probedrucke von 12 Atmosphären, bei gleichzeitigem Hämmern ihrer Wandung mit eisernen Hämmern auszusetzen, bevor man sie verwendet. Bei den später noch zu erwähnenden sogenannten Vereinsrohren ist ein Probedruck von 20 Atm. angenommen.

Abb. 177.



Die Zusammensetzung der einzelnen Rohre zu ganzen Rohrsträngen geschieht, wie schon angedeutet wurde, mit Hilfe von Muffen und Flanschen. Die Muffenverbindung kann in verschiedener Weise ausgeführt werden. Abb. 176 zeigt eine solche Verbindung, bei der das Schwanzende des einen Rohres genau in eine Ausdrehung im Boden der Muffe des anderen Rohres eingepasst ist. Die Verbindung ist dicht aber starr, was in vielen Fällen recht unangenehm werden kann, weil Brüche sehr leicht möglich

sind. Bei der Muffenverbindung (Abb. 177) ist das Schwanzende des einen Rohres mit einem Wulste, einem sogenannten Mandelringe versehen, welcher das Rohrende verstärken soll und außerdem den Zweck hat, das Eindringen von Dichtungsmaterial in das Rohrinnere zu verhindern. Die beiden besprochenen Verbindungen wendet man jetzt seltener an als früher. Heutzutage benutzt man vielmehr meist eine Muffengestalt, bei der das Schwanzende im unteren Teile der Muffe zwar eine Führung aber auch einen gewissen Spielraum findet. Die eigentliche Dichtung wird nun in der Weise hergestellt, dass man den Zwischenraum zwischen Rohrende und Muffeninnenwand mit geteertem Tauwerk, mit Leinöl getränktem Hanfgarn oder auch ungeteerten Hanfstricken, sogenannten Weisstrick soweit ausstampft, dass noch ein Raum von 3 bis 5 cm Höhe übrig bleibt. In diesen Raum gießt man geschmolzenes Blei, nachdem man vorher einen mit einem Eingießloche versehenen Abschluss des Muffenraumes durch einen Ton- oder Lehmschlag oder auch durch einen besonderen eisernen Gießring angebracht hat. Nach Entfernung des Abschlusses wird das Blei mit einem passend gestalteten, meißelähnlich geformten Eisen durch Hammerschläge an die Rohrwände gepresst, verstemmt, und die Verbindung hierdurch dicht gemacht. Bei rasch herzustellenden und keinem großen Betriebsdrucke ausgesetzten Leitungen kann man die Dichtung durch in die Muffen eingebrachte Gummiringe erreichen, wobei man zweckmäßigerweise eine Verbindung mit Mandelring nach Abb. 177 anwendet. Die Abbildungen 178 und 179 zeigen Muffenverbindungen mit Überschiebern. Ein anderes Verfahren zum Dichten der Muffen, bei dem kein Blei zur Anwendung kommt, besteht darin, dass man den Zwischenraum zwischen dem Rohrende und der Muffe mit dicht aneinander getriebenen Keilen aus Fichten- oder Kiefernholz ausfüllt oder verbeizt. In der Abb. 179 ist so eine Verbeizung dargestellt. Zur Trennung der beiden Muffenräume ist dabei ein Eisenring eingebracht worden, während in Abb. 178 derselbe Zwecke durch Mandelringe erreicht wird.

Abb. 178.

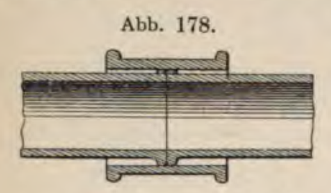
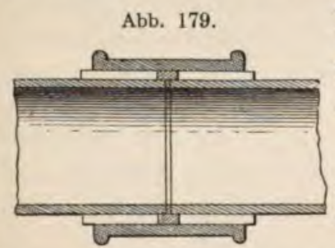


Abb. 179.

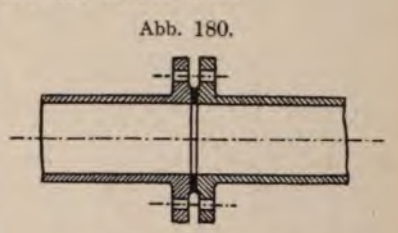


Die Flanschendichtung war früher bei gusseisernen Wasserleitungen allgemein gebräuchlich, ist aber jetzt durch die wohlfeile Muffendichtung verdrängt worden. Sie eignet sich besonders für gerade Leitungsstrecken und gestattet eine sehr leichte Auswechselung von schadhaften Rohren. Die Flanschendichtung (Abb. 180) erfolgt durch zwischen die Flanschen oder deren Dichtungsleisten ringförmig gelegte Dichtungsstoffe und Schrauben. Als Dichtungsstoffe kommen gefirniste oder mit Mennigeanstrich versehene Papp- oder Holzstoffscheiben, Gummiplatten mit feinen Drahtgeflechteinlagen, Ringe aus Bleiblech oder Bleidraht und Kupferringe in Anwendung. Die letzteren werden meist in eingedrehte Nuten eingelegt.

Zur Ausführung von Richtungs- und Querschnittsänderungen werden besondere Formstücke hergestellt.

Die folgenden drei Tabellen, S. 124 bis 129, die einem Musterbuche der Aktien-sellschaft Lauchhammer, Abteilung Gröditz in Sachsen entnommen sind, zeigen e sogenannten Deutschen Rohrnormalien für Gusseisenrohre. Diese Nor-alien wurden seiner Zeit vom Verein deutscher Ingenieure und vom deutschen erein von Gas- und Wasserfachmännern gemeinsam aufgestellt und haben all-emeine Annahme gefunden. Sie umfassen die Muffenrohre und die Flanschen-hre, sowie die gebräuchlichsten Formstücke. Abb. 181 veranschaulicht die ormalmuffe, Abb. 182 den Normalflansch. Die Formstücke, Abbildungen 183 s 194 werden, wie auf der dritten Tabelle zu sehen ist, nach Buchstaben unter-hieden, Abb. 195 ist ein sogenannter Rohrkrümmer. Außer den angeführten ommen auch noch andere Formstücke zur Ausführung; so veranschaulicht bb. 196 ein sogenanntes CC-Stück und Abb. 197 ein Kreuzstück.

Abb. 180.



Neben den auf der Normaltabelle an-gebenen Überschiebern kommen auch zwei-ilige Überschieber zur Anwendung, die aus rei Schalen bestehen, welche durch 6 bis 8 chrauben miteinander verbunden werden. Nicht verwechseln sind die Überschieber mit den oppelmuffen, die nichts sind, als kurze Rohre n normalen Querschnittsabmessungen, die an beiden Enden Muffen tragen.

Für Abflussleitungen, die keinen inneren Druck auszuhalten haben, ver-endet man leichtere Muffenrohre, die nicht auf Druck geprüft werden. Die eutschen Röhrengießereien liefern diese Rohre in zwei Ausführungen, einer ichteren und einer schwereren, wie folgende Tabelle zeigt.

Deutsche Abflussröhren.

Lichte Weite	65	105	130	155	210 mm
Leichte Ausführung	7,5	11,0	14,0	17,0	31 kg/m
Schwere Ausführung	12,0	16,0	21,5	29,0	46 kg/m

Die Baulänge dieser Abflussrohre beträgt bis 2 m. Als Formstücke werden infache und doppelte Krümmer (Etagenkrümmer), Abzweigungen, Über-gangsrohre, Überschieber, Endstopfen und sogenannte Geruchsverschlüsse an-gefertigt.

b) Rohre aus Schweißeisen und Stahl. Rohre aus diesen Stoffen indet dort Anwendung, wo die Leitungen in beweglichen Boden einzubetten ind, wo es sich um Über- und Unterführungen handelt und wo die Rohrleitungen tarken Erschütterungen und Stößen ausgesetzt sind; auch zu Hausleitungen verden engere schmiedeeiserne Rohre vielfach benutzt.

Man unterscheidet genietete, geschweißte und nahtlose Rohre. Genietete Rohre kommen für gewöhnlich nur bei größeren Weiten, 60 cm und darüber, n Betracht, wo sie in vielen Fällen den Vorzug vor Gusseisenrohren verdienen, namentlich, wenn sie starken äußeren Beanspruchungen ausgesetzt sind. Die Genieteten Rohre werden aus einzelnen Blechschüssen zusammengesetzt und rhalten in ihren Längsnähten gewöhnlich doppelte, in ihren Quernähten da-gegen meist einfache Nietung. Die Verbindung der einzelnen Rohre zu einem

Abb. 181.

x = 7 + 2 d
y = 1,4 d

Deutsche

Gemeinschaftlich aufgestellt vom Verein

Abmessungen und

Lichter Durchmesser D mm	Normale Wandstärke d mm	Äusserer Duchm. des Rohres D^1 mm	Übliche Baulänge L m	Muffen: Innere Muffentiefe t mm	Muffen: Dichtungstiefe t′ mm	Muffen: Stärke der Dichtungsfuge f mm	Muffen: Innere Muffenweite D^2 mm	Muffen: Wanddicke y mm	Muffen: Äusserer Durchm. D^3 mm	Muffen: Wulst: Dicke u. Breite x mm	Muffen: Wulst: Durchm. D^4 mm	Muffen: Tiefe des Centrierungsringes mm	Lichter Durchmesser D mm
25	8	41	1,5	58	46	6	53	10	73	16	85	12	25
30	8	46	1,5	70	58	6	58	10	78	19	96	12	30
35	8	51	2	74	62	7	65	11	87	23	111	12	35
40	8	56	2	74	62	7	70	11	92	23	116	12	40
50	8	66	2	77	65	7,5	81	11	103	23	127	12	50
50	8	66	2,5	77	65	7,5	81	11	103	23	127	12	50
60	8,5	77	3	80	67	7,5	92	12	116	24	140	13	60
70	8,5	87	3	82	69	7,5	102	12	126	24	150	13	70
80	9	98	3	84	70	7,5	113	12,5	138	25	163	14	80
80	9	98	3,25	84	70	7,5	113	12,5	138	25	163	14	80
90	9	108	3	86	72	7,5	123	12,5	148	25	173	14	90
100	9	118	3	88	74	7,5	133	13	159	25	183	14	100
100	9	118	3,50	88	74	7,5	133	13	159	25	183	14	100
125	9,5	144	3	91	77	7,5	159	13,5	186	26	211	14	125
125	9,5	144	4	91	77	7,5	159	13,5	186	26	211	14	125
150	10	170	3	94	79	7,5	185	14	213	27	239	15	150
150	10	170	4	94	79	7,5	185	14	213	27	239	15	150
175	10,5	196	4	97	81	7,5	211	14,5	240	28	267	16	175
200	11	222	4	100	83	8	238	15	268	29	296	17	200
225	11,5	248	4	100	83	8	264	16	296	30	324	17	225
250	12	274	4	103	84	8,5	291	17	325	31	353	19	250
275	12,5	300	4	103	84	8,5	317	17,5	352	32	381	19	275
300	13	326	4	105	85	8,5	343	18	379	33	409	20	300
325	13,5	352	4	105	85	8,5	369	19	407	34	437	20	325
350	14	378	4	107	86	8,5	395	19,5	434	35	465	21	350
375	14	403	4	107	86	9	421	20	461	35	491	21	375
400	14,5	429	4	110	88	9,5	448	20,5	489	36	520	22	400
425	14,5	454	4	110	88	9,5	473	20,5	514	36	545	22	425
450	15	480	4	112	89	9,5	499	21	541	37	573	23	450
475	15,5	506	4	112	89	9,5	525	21,5	568	38	601	23	475
500	16	532	4	115	91	10	552	22,5	597	39	630	24	500
550	16,5	583	4	117	92	10	603	23	649	40	683	25	550
600	17	634	4	120	94	10,5	655	24	703	41	737	26	600
650	18	686	4	122	95	10,5	707	25	757	43	793	27	650
700	19	738	4	125	96	11	760	26,5	813	45	850	29	700
750	20	790	4	127	97	11	812	28	868	47	906	30	750
800	21	842	4	130	98	12	866	29,5	925	49	964	32	800
900	22,5	945	4	135	101	12,5	970	31,5	1033	52	1074	34	900
1000	24	1048	4	140	104	13	1074	33,5	1141	55	1184	36	1000
1100	26	1152	4	145	106	13	1178	36,5	1251	59	1296	39	1100
1200	28	1256	4	150	108	13	1282	39	1360	63	1408	42	1200

deutscher Ingenieure und dem deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern

Gewichte von gusseisernen Muffenröhren.

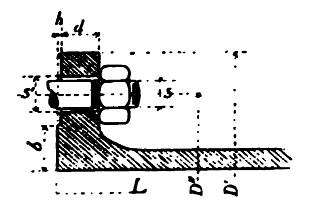
Gewichte				
Gewicht der Muffe Ko.	Gewicht eines Rohrstückes v. 1,0 m Länge ohne Muff Ko.	Gewicht eines Rohrstückes v. 1,0 m Länge mit Muff Ko.	Gewicht des Bleiringes Ko.	Gewicht des Teerstrickes Ko.
1,65	4,9	6,0	0,23	0,023
2,00	5,66	7,0	0,33	0,033
2,34	6,83	8,0	0,42	0,042
2,68	8,75	10,09	0,51	0,051
3,14	10,57	12,14	0,69	0,069
3,14	10,57	12,14	0,69	0,069
3,89	13,26	15,00	0,73	0,073
4,35	15,20	16,65	0,94	0,094
5,09	18,24	19,94	1,05	0,105
5,09	18,24	19,94	1,05	0,105
5,70	20,29	22,19	1,15	0,115
6,20	22,34	24,41	1,35	0,135
6,20	22,34	24,41	1,35	0,135
7,64	29,10	31,65	1,70	0,170
7,64	29,10	31,65	1,70	0,170
9,89	36,44	39,74	2,14	0,214
9,89	36,44	39,74	2,14	0,214
12,0	44,36	48,36	2,46	0,246
14,41	52,86	57,66	2,97	0,297
16,89	61,95	67,57	3,67	0,367
19,61	71,61	76,51	4,30	0,430
22,51	81,85	87,48	4,69	0,469
25,78	92,68	99,13	5,09	0,509
28,83	104,08	111,29	5,16	0,516
32,23	116,07	124,13	5,53	0,553
34,27	124,04	132,61	6,64	0,664
39,15	136,89	146,68	7,46	0,746
41,26	145,15	155,46	7,89	0,789
44,90	158,87	170,10	8,33	0,833
48,97	173,17	185,41	8,77	0,877
54,48	188,04	201,66	10,10	1,010
62,34	212,90	228,49	11,70	1,170
71,15	238,90	256,69	13,30	1,330
83,10	273,86	294,64	14,40	1,440
98,04	311,15	335,66	15,50	1,550
111,29	350,76	378,58	17,40	1,740
129,27	392,69	425,01	20,20	2,020
160,17	472,76	512,80	24,70	2,470
195,99	559,76	608,76	29,20	2,920
243,76	666,81	727,75	34,00	3,400
294,50	783,15	856,78	39,00	3,900

Bemerkungen.

Die normalen Wandstärken gelten für Röhren, welche einem Betriebsdrucke von 10 Atm. und einem Probedrucke von höchstens 20 Atm. ausgesetzt sind und vor allem Wasserleitungszwecken dienen. Für gewöhnliche Druckverhältnisse von Wasserleitungen (4—7 Atm.) ist eine Verminderung der Wandstärken und dementsprechend auch der Gewichte zulässig; desgl. für Leitungen, in denen nur ein geringer Druck herrscht (Gasleitungen, Windleitungen, Kanalisationsleitungen etc.). Für Dampfleitungen, welche größeren Temperaturdifferenzen und dadurch entstehenden Spannungen, sowie für Leitungen, welche unter besonderen Verhältnissen schädigenden äußeren Einflüssen ausgesetzt sind, ist es empfehlenswert, die Wandstärken entsprechend zu erhöhen.

Der äußere Durchmesser des Rohres ist feststehend und werden Änderungen der Wandstärken nur auf den lichten Durchmesser des Rohres von Einfluss sein. — Als unabänderlich normal gilt ferner die innere Muffenform, die Art des Anschlusses an das Rohr, sowie die Bleifugenstärke. Aus Gründen der Fabrikation sind bei geraden Normalröhren Abweichungen der durch Rechnung ermittelten Gewichte, höchstens um ± 3 % zu gestatten. In den Gewichtsberechnungen ist das spezifische Gewicht des Gusseisens zu 7,25 eingesetzt worden.

Abb. 182.



Deutsche

Gemeinschaftlich aufgestellt von dem Verein deutscher

Abmessungen und Gewichte

Lichter Rohr-durchm. D	Normal-Wand-stärke d	Äusserer Rohr-durchm. D'	Übliche Bau-länge L m	Flanschen Durch-messer D'	Flanschen Dicke d	Lochkreis-durch-messer D''	Dichtungsleiste Breite b	Dichtungsleiste Höhe h
40	8	56	2	140	18	110	25	3
50	8	66	2	160	18	125	25	3
60	8,5	77	3	175	19	135	25	3
70	8,5	87	3	185	19	145	25	3
80	9	98	3	200	20	160	25	3
90	9	108	3	215	20	170	25	3
100	9	118	3	230	20	180	28	3
125	9,5	144	3	260	21	210	28	3
150	10	170	3	290	22	240	28	3
175	10,5	196	3	320	22	270	30	3
200	11	222	3	350	23	300	30	3
225	11,5	248	3	370	23	320	30	3
250	12	274	3	400	24	350	30	3
275	12,5	300	3	425	25	375	30	3
300	13	326	3	450	25	400	30	3
325	13,5	352	3	490	26	435	35	4
350	14	378	3	520	26	465	35	4
375	14	403	4	550	27	495	35	4
400	14,5	429	4	575	27	520	35	4
425	14,5	454	4	600	28	545	35	4
450	15	480	4	630	28	570	35	4
475	15,5	506	4	655	29	600	40	4
500	16	532	4	680	30	625	40	4
550	16,5	583	4	740	33	675	40	5
600	17	634	4	790	33	725	40	5
650	18	686	4	840	33	775	40	5
700	19	738	4	900	33	830	40	5
750	20	790	4	950	33	880	40	5
800	21	842	4	1020	36	940	45	5
900	22,5	945	4	1120	36	1040	45	5
1000	24	1048	4	1220	36	1140	45	5

›hr-Normalien.

nieure und dem deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern.

gusseiserne Flanschenrohre.

	Schrauben			Schraubenloch-durchm. S'	Gewichte			
ahl	Stärke		Länge l		einer Flansche	eines Rohres von vorstehender Baulänge	von 1 lfd. m Rohr einschliessl. der Flansche	von 1 lfd. m Rohr ausschliessl. d. Flansche
	S	Zoll engl.						
4	13	$^{1}/_{2}$	70	15	1,89	21,28	10,64	8,75
4	16	$^{5}/_{8}$	75	18	2,41	25,96	12,98	10,57
4	16	$^{5}/_{8}$	75	18	2,96	45,70	15,94	13,26
4	16	$^{5}/_{8}$	75	18	3,21	52,02	17,34	15,20
4	16	$^{5}/_{8}$	75	18	3,84	62,40	20,80	18,24
4	16	$^{5}/_{8}$	75	18	4,37	69,61	23,20	20,29
4	19	$^{3}/_{4}$	85	21	4,96	76,94	25,65	22,34
4	19	$^{3}/_{4}$	85	21	6,26	99,82	33,27	29,10
6	19	$^{3}/_{4}$	85	21	7,69	124,70	41,57	36,44
6	19	$^{3}/_{4}$	85	21	8,96	151,00	50,33	44,36
6	19	$^{3}/_{4}$	85	21	10,71	180,00	60,00	52,86
6	19	$^{3}/_{4}$	85	21	11,02	207,89	69,30	61,95
8	19	$^{3}/_{4}$	100	21	12,98	240,79	80,26	71,61
8	19	$^{3}/_{4}$	100	21	14,41	274,37	91,46	81,85
8	19	$^{3}/_{4}$	100	21	15,32	308,68	102,89	92,68
0	22,5	$^{7}/_{8}$	105	25	19,48	351,20	117,07	104,08
)	22,5	$^{7}/_{8}$	105	25	21,29	390,79	130,26	116,07
	22,5	$^{7}/_{8}$	105	25	24,29	544,74	136,19	124,04
	22,5	$^{7}/_{8}$	105	25	25,44	598,44	149,61	136,89
	22,5	$^{7}/_{8}$	105	25	27,64	635,88	158,97	145,15
	22,5	$^{7}/_{8}$	105	25	29,89	695,26	173,82	158,87
	22,5	$^{7}/_{8}$	105	25	32,41	757,50	189,38	173,17
	22,5	$^{7}/_{8}$	105	25	34,69	821,54	205,14	188,04
	26	1	120	28,5	44,28	940,16	235,04	212,90
	26	1	120	28,5	47,41	1050,42	262,61	238,90
	26	1	120	28,5	50,13	1195,70	298,93	273,86
	26	1	120	28,5	56,50	1357,60	339,40	311,15
	26	1	120	28,5	59,81	1522,66	380,67	350,76
	29,5	$1^{1}/_{8}$	130	32	76,8	1724,36	431,09	392,69
	29,5	$1^{1}/_{8}$	130	32	83,6	2058,24	514,51	472,76
	29,5	$1^{1}/_{8}$	130	32	108,4	2455,84	613,96	559,76

Deutsche

Abmessungen der normalen Formstück



B-Stücke.

$a = 100 + 0{,}2\,D + 0{,}5\,d.$
t = Muffentiefe des Abzweiges.
$r = 40 + 0{,}05\,d.$

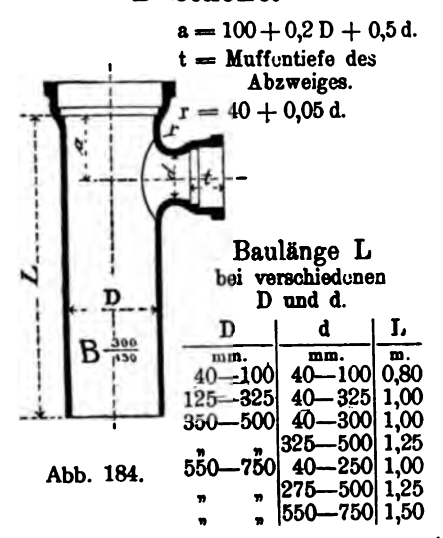


Abb. 184.

Baulänge L bei verschiedenen D und d.

D	d	L
mm.	mm.	m.
40—100	40—100	0,80
125—325	40—325	1,00
350—500	40—300	1,00
„ „	325—500	1,25
550—750	40—250	1,00
„ „	275—500	1,25
„ „	550—750	1,50

L-Stücke. K-Stücke.

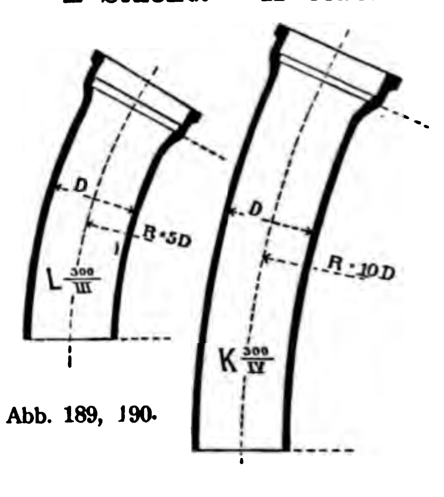


Abb. 189, 190.

J-Stücke.

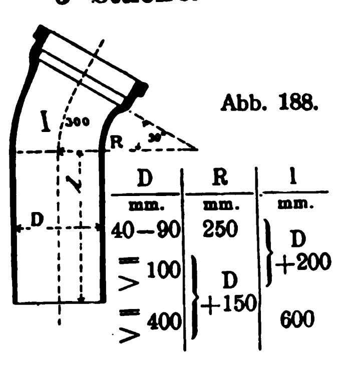


Abb. 188.

D	R	l
mm.	mm.	mm.
40—90	250	D + 200
≧ 100	D + 150	D + 200
≦ 400	D + 150	600



C-Stücke.

$a = 80 + 0{,}1\,D + 0{,}7\,d.$
$l = 0{,}75\,a.$ $r = d.$

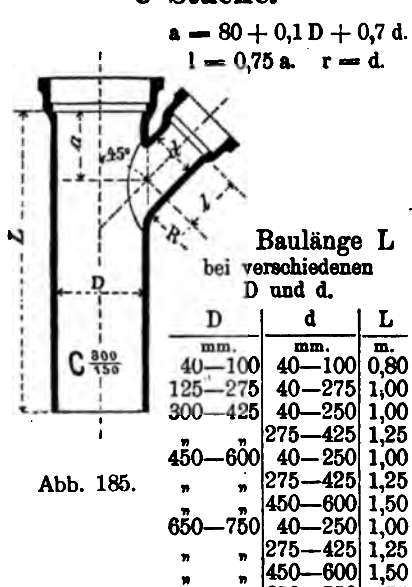


Abb. 185.

Baulänge L bei verschiedenen D und d.

D	d	L
mm.	mm.	m.
40—100	40—100	0,80
125—275	40—275	1,00
300—425	40—250	1,00
„ „	275—425	1,25
450—600	40—250	1,00
„ „	275—425	1,25
„ „	450—600	1,50
650—750	40—250	1,00
„ „	275—425	1,25
„ „	450—600	1,50
„ „	650—750	1,75

Abb. 191.

R-Stücke.

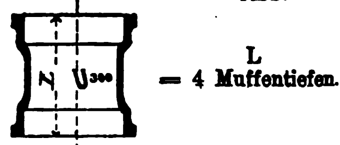
(Uebergangsrohr



U-Stücke.

(Ueberschieber.)

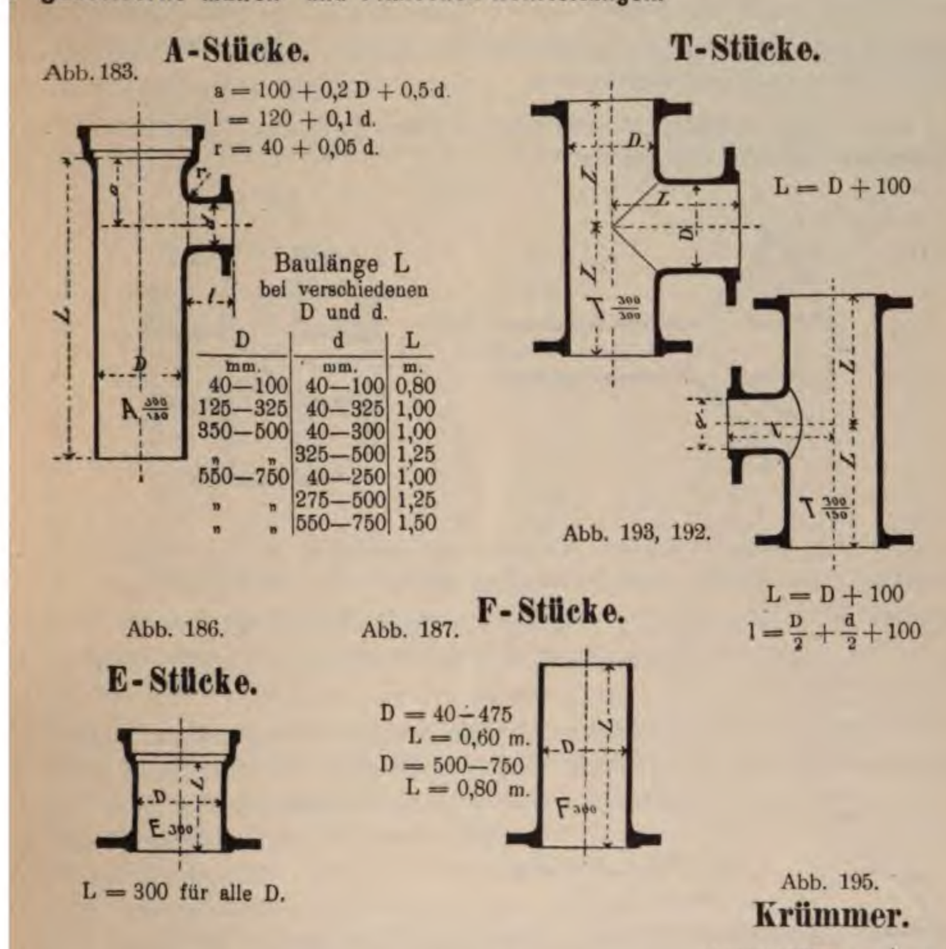
Abb. 194.



L = 4 Muffentiefen.

'ohr-Normalien.

r gusseiserne Muffen- und Flanschen-Rohrleitungen.



D	d	L
mm.	mm.	m.
40—100	40—100	0,80
125—325	40—325	1,00
350—500	40—300	1,00
„ „	325—500	1,25
550—750	40—250	1,00
„ „	275—500	1,25
„ „	550—750	1,50

Abb. 195.

Krümmer.

Sämtliche Formstücke über 750 mm Durchnesser gelten nicht als normale Formstücke.

Die speziellen Bezeichnungen sind den einelnen Formstücken als Beispiel beigeschrieben. Bei en Gewichtsberechnungen von Formstücken ist em Gewichte, welches sich nach den normalen Dimenonen ergibt, ein Zuschlag von 15 Proz., bei Krümmern n solcher von 20 Proz. zu geben. Größere Abzweigstücke, d. h. solche, ren Abzweigdurchmesser 400 mm und mehr beträgt, sind von 2 Atm. Betriebsuck an sowohl in ihren Wandungen als nötigenfalls auch durch Rippen zu rstärken.

Für die Anordnung der Schraubenlöcher bei den Flanschenrohren gilt e Regel, dass die Vertikalebene durch die Achse des Rohres die Entfernung ischen zwei Schraubenlöchern halbiert.

Rohrstrange erfolgt gewöhnlich durch Flanschen, die aus aufgenietetem Wink
eisen bestehen und durch Nieten oder Schrauben miteinander vereinigt werd
Zum Schutze gegen das Rosten werden diese Blechrohre innen und außen
einem dünnen Anstriche von Zementmörtel versehen; man findet jedoch au
häufig andere Anstriche angewendet.

Neuerdings kommen an Stelle der weiten, genieteten Rohre vielfach a
geschweißte Rohre in Benutzung.

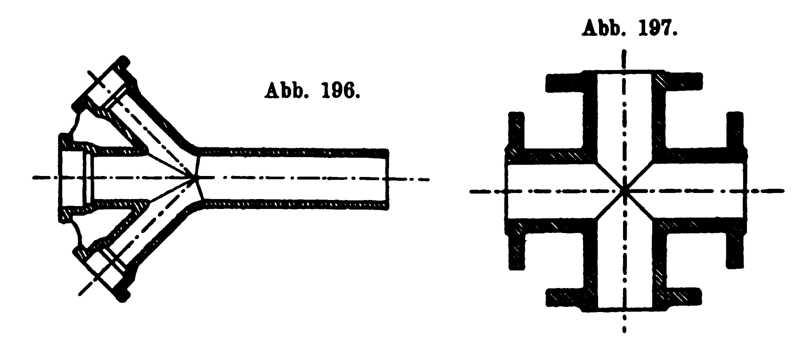
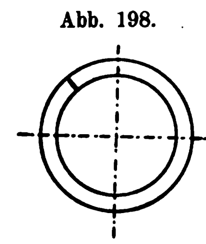


Abb. 196. Abb. 197.

Bei den **geschweißten Rohren** unterscheidet man stumpfgeschweißte, überblattet-, überlappt- oder patentgeschweißte und spiralgeschweißte Rohre. Nach dem Schweißen zieht man die Rohre noch durch ein Zieheisen, um sie gerade zu richten, sowie um ihnen genaue Kreisform und eine möglichst glatte Oberfläche zu verleihen.

Stumpfgeschweißte Rohre (Abb. 198), sogenannte **Gasrohre**, kommen bei Wasserleitungen nur für geringen Druck in Frage. Die Verbindung der Gasrohre erfolgt meist durch Muffenverschraubung (Abb. 199 und 200). Die Enden der beiden zu verbindenden Rohre sind mit Schraubengewinden versehen, von denen eines eine Rechtsschraube, das andere eine Linksschraube ist. Die Muffe, welche beide Rohre zusammenhält, hat die entsprechenden Muttergewinde, so dass beim Aufschrauben beide Rohrenden gegeneinander gezogen werden. Die Dichtung geschieht entweder durch eine Zwischenlage wie in Abb. 200 oder durch Zuschärfung des Randes an dem einen Rohre, der sich dann beim Anziehen der Muffe in das stumpfe Ende des anderen Rohres hineinzieht oder auch durch Einlegung von Hanffäden in die Gewinde. Manchmal findet noch eine Verkittung der Verbindungsstellen statt, was aber nicht empfehlenswert ist. Der dazu verwendete Kitt besteht aus einem steifen Teige von Leinölfirnis und Bleiweiß, Mennige, Braunstein oder Zinkgrau.

Abb. 198.



Stumpfgeschweißte Rohre (Gasrohre).

Handelsbezeichnung des Rohres	1/8	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2	3	3 1/2	4	Zoll engl.
Innerer Durchmesser	3	6	10	13	16,5	20	25	32	38	44	51	57	63	76	89	102	mm
Äußerer Durchmesser	10	13	16,5	20,5	23	26,5	33	42	48	52	59	70	76	89	101,5	114	mm

Diese Rohre sind in vorstehenden Querschnittsabmessungen bei ungefähr **6 m** *Bau*länge zu haben. Der äußere Durchmesser des Rohres ist gleich dem *äuße*ren Durchmesser des Gewindes.

Das Gewicht solcher glatten schmiedeeisernen Rohre kann man nach der olgenden Tabelle beurteilen.

Gewichte von glatten schmiedeeisernen Röhren in kg/m.

Lichte Weite in Zentimetern	Wandstärke in Millimetern.								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,59	0,95	1,37	1,82	2,34	2,90	3,50	4,16	4,87
1,5	0,83	1,32	1,85	2,44	3,07	3,75	4,48	5,26	6,09
2	1,07	1,68	2,34	3,05	3,80	4,60	5,45	6,35	7,30
2,5	1,32	2,05	2,83	3,65	4,53	5,45	6,43	7,45	8,52
3	1,56	2,41	3,31	4,26	5,26	6,30	7,40	8,55	9,74
4	2,05	3,14	4,29	5,48	6,72	8,01	9,35	10,73	12,18
5	2,53	3,87	5,26	6,70	8,18	9,72	11,30	12,93	14,61
6	3,02	4,59	6,23	7,92	9,64	11,42	13,25	15,12	17,05
7	3,50	5,33	7,20	9,13	11,10	13,12	15,20	17,31	19,48
8	4,00	6,06	8,18	10,35	12,57	14,83	17,14	19,50	21,92

Zur Herstellung eines Rohrnetzes gehören natürlicherweise wie bei den gusseisernen Rohren, so auch hier die verschiedenartigsten Formstücke (Fittings). Alle vorkommenden Formen und Biegungen werden von den Fabrikanten geliefert, so dass das Anpassen an Ort und Stelle durch weniges Nachbiegen, nachdem die Rohre rotglühend gemacht sind, leicht geschehen kann. Als Formstücke sind noch zu nennen: Kniestücke mit scharfen oder abgerundeten Ecken, Rohrstücke mit langer Schraube, um die Muffe ganz zurückschrauben zu können, wenn man ein Rohr auszuwechseln hat, Verengerungsbüchsen oder Übergangsstücke mit innerem od. äußerem Gewinde, T-Stücke und Kreuzstücke für gleichweite und verschiedenweite Rohre, zur Herstellung von Rohrabzweigungen usw. usw. Alle diese Stücke sowie die Rohre selbst werden zum Schutze gegen Rost auch innen und außen verzinkt (galvanisiert) geliefert und verwendet. Die Verzinkung schützt aber, wie die Erfahrung gelehrt hat, nicht gegen das Verrosten, wenn weiches, luft- und kohlensäurehaltiges Wasser durch die Rohre zu leiten ist; in diesem Falle dürfte ein Überzug von Asphaltlack vorzuziehen sein. Auch eine Verzinnung wird hie und da angewendet. Die stumpfgeschweißten Rohre bersten beim Einfrieren sehr leicht und sind überhaupt nicht sehr fest. Sie sollten daher bei Wasserleitungen nur mit Vorsicht angewendet werden.

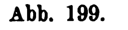
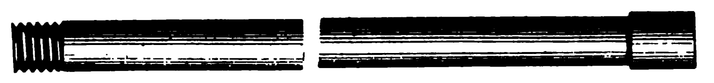


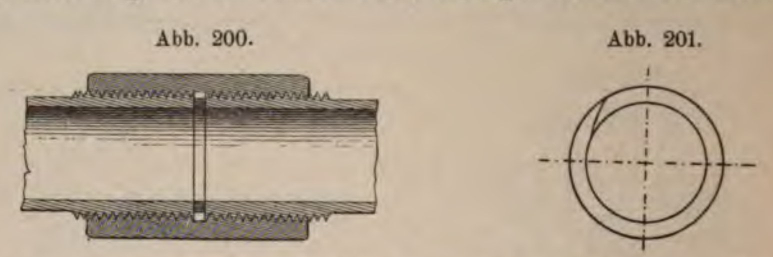
Abb. 199.



Bedeutend fester und zuverlässiger sind die überlapptgeschweißten Rohre, deren Querschnitt die Abb. 201 veranschaulicht. Die Verbindung dieser Rohre erfolgt meist durch Flanschen und zwar entweder mit aufgeschweißten

Bunden durch lose Flanschen, wie Abb. 202 erkennen lässt oder mit hart aufgelöteten Flanschen oder mit aufgeschweißten Winkelflanschen; auch aufgedichtete Winkeleisenringe (Abb. 203) kommen hie und da zur Ausführung. Die Baulängen dieser Rohre betragen durchschnittlich 4 bis 6 m. Die folgende Tabelle (S. 133), welche einem Preisverzeichnisse der Aktiengesellschaft Lauchhammer entnommen wurde, gibt die nötige Auskunft über die Abmessungen und Gewichte solcher Rohre.

Abb. 200. Abb. 201.



Wie schon oben bemerkt wurde, verwendet man in neuerer Zeit auch an Stelle der genieteten Rohre immer mehr und mehr geschweißte Rohre. Die Baulänge dieser weiteren, mit Überlapp-Schweißnaht hergestellten Rohre ist nahezu unbegrenzt; so liefert z. B. die Firma W. Fitzner, Laurahütte in Oberschlesien die Rohre in Längen von 12 bis 42 m. Nach dem Musterbuche dieser Firma sind die Tabellen auf S. 134 u. 135 zusammengestellt worden.

Spiralgeschweißte Rohre werden aus zähem Schweißeisen oder aus zähem Siemens-Martin-Flusseisen von der Rheinischen Metallwaren- und Maschinenfabrik in Rath bei Düsseldorf hergestellt. Sie bestehen aus langen schraubenförmig aneinander gewundenen und zusammengeschweißten Blechstreifen. Die Baulänge beträgt 5 bis 10 m. Die Verbindung mehrerer Rohre untereinander geschieht meist durch irgend eine Flanschenverbindung, doch können Rohre für Betriebsdrücke bis zu 5 Atm. auch mit angewalzter Muffe versehen geliefert werden. Die Tabelle auf S. 136 gibt über die Abmessungen und Gewichte dieser

Abb. 202. Abb. 203.



Rohre Auskunft. Als Rostschutz erhalten dieselben entweder eine Verzinkung oder eine Asphaltierung und eine Umwickelung mit asphaltierter oder geteerter Jute.

Die Bruchgefahr, welche jede Schweißung, also auch jedes geschweißte Rohr in mehr oder weniger hohem Grade in sich birgt, gab Veranlassung zur Herstellung von sogenannten nahtlosen Rohren. Derartige Rohre werden jetzt auf verschiedenem Wege angefertigt, so z. B. werden sie nach einem von H. Ehrhardt um das Jahr 1890 erfundenen Verfahren gepresst und gezogen. Die Rheinische Metallwaren- und Maschinenfabrik in Düsseldorf liefert solche nahtlose glattgezogene Stahlrohre in Abmessungen von 5 bis 50 mm äußerem Durchmesser und 0,5 bis 3,5 mm Wandstärke.

Uberlappt geschweißte Rohre.

Zulässiger Betriebsüberdruck bis 15 Atm.

Äußerer Durchmesser in mm	Wandstärke mm	Flanschendurchmesser mm	Flanschendicke mm	Lochkreisdurchmesser mm	Schraubenlochdurchmesser mm	Anzahl der Schraubenlöcher	Ungefähres Gewicht einschließl. der Flanschen kg/m
38	2,25	96	8	68	11,5	3	2,40
41,5	2,25	99	8	71	11,5	3	2,40
44,5	2,25	103	8	75	11,5	3	2,52
47,5	2,25	106	8	78	11,5	3	2,74
51	2,50	116	10	84	14,0	3	3,22
54	2,50	121	10	89	14,0	3	3,50
57	2,75	124	10	92	14,0	3	4,00
60	3,00	129	10	97	14,0	3	4,60
63,5	3,00	133	12	101	14,0	3	4,90
70	3,00	140	12	108	14,0	4	5,40
76	3,00	146	12	114	14,0	4	5,90
83	3,25	163	12	126	17,0	4	7,05
89	3,25	169	14	132	17,0	4	7,66
95	3,25	175	14	138	17,0	4	8,17
102	3,75	185	14	148	17,0	4	10,00
108	3,75	191	14	154	17,0	4	10,60
114	3,75	197	14	160	17,0	4	11,20
121	4,00	204	14	167	17,0	4	12,63
127	4,00	226	16	179	21,0	4	13,68
133	4,00	231	16	184	21,0	4	14,35
140	4,50	239	16	192	21,0	4	16,70
146	4,50	245	16	198	21,0	6	17,40
152	4,50	254	16	207	21,0	6	18,10
159	4,50	261	16	214	21,0	6	19,10
165	4,50	269	16	222	21,0	6	19,70
171	4,50	275	16	228	21,0	6	20,60
178	4,50	286	18	240	21,0	6	21,70
191	5,50	300	18	253	21,0	6	27,70
203	5,50	313	20	266	21,0	6	29,91
216	6,50	327	20	280	21,0	6	36,67
229	6,50	341	20	294	21,0	7	38,92
241	6,50	354	22	306	21,0	7	41,44
254	6,50	372	22	323	21,0	7	44,26
267	7,00	385	22	336	21,0	7	49,52
279	7,50	404	25	353	21,0	8	55,90
292	7,50	417	25	365	21,0	8	58,71
305	7,50	430	25	379	21,0	8	61,48

Überlappt geschweißte

von W. Fitzner, Laura-

Lichte Weite	Wandstärke	Gewicht für 1 m glattes Rohr	Mit überlappt angeschweißten Bunden und besten gedrehten Flanschen.						Mit überlappt angeschweißten Winkelflanschen.			
			Dch.-mess. des Bundes in mm	Breite des Bundes in mm	Aeuß. Dch.-mess. der Flanschen mm	Dicke der Flanschen mm	Lochkreisdurchm.	Gewicht e. Flanschenpaares	Aeuß. Dch.-mess. der Flanschen mm	Dicke der Flanschen mm	Lochkreisdurchm.	Gewicht e. Flanschenpaares
mm	mm	kg	mm	mm	mm	mm	mm	kg	mm	mm	mm	kg
200	4	19	260	25	350	20	300	27	350	20	300	25
	6	29										
	8	39										
	10	49										
250	4	24	314	26	400	21	350	34	400	21	350	32
	6	36										
	8	48										
	10	60										
300	4	28	364	27	450	22	400	41	450	22	400	38
	6	43										
	8	58										
	10	74										
350	4	33	416	28	520	23	465	53	520	23	465	49
	6	50										
	8	68										
	10	86										
400	4	38	470	29	575	24	520	66	575	24	520	58
	6	58										
	8	78										
	10	98										
450	4	43	526	30	630	25	570	77	630	25	570	68
	6	65										
	8	87										
	10	109										
500	4	48	580	32	680	27	625	93	680	27	625	77
	6	72										
	8	96										
	10	122										
550	4	52	632	35	740	30	675	116	730	30	670	92
	6	80										
	8	107										
	10	134										

schmiedeeiserne Rohre

hütte in Oberschlesien.

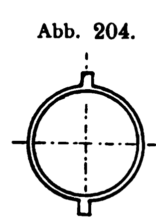
Lichte Weite mm	Wandstärke mm	Gewicht für 1 m glattes Rohr kg	Mit überlappt angeschweißten Bunden und besten gedrehten Flanschen.						Mit überlappt angeschweißten Winkelflanschen.			
			Dch.-mess. des Bundes in mm	Breite des Bundes in mm	Aeuß. Dch.-mess. der Flanschen mm	Dicke der Flanschen mm	Lochkreisdurchm. mm	Gewicht e. Flanschenpaares kg	Aeuß. Dch.-mess. der Flanschen mm	Dicke der Flanschen mm	Lochkreisdurchm. mm	Gewicht e. Flanschenpaares kg
600	6	88	685	35	790	30	725	125	780	30	720	99
	8	118										
	10	148										
	12	178										
650	6	95	735	35	840	30	775	135	830	30	770	108 (ungefähr)
	8	127										
	10	159										
	12	191										
700	6	102	790	37	900	32	830	158	Abmessungen nach besonderer Vereinbarung			119 (ungefähr)
	8	137										
	10	173										
	12	208										
750	6	110	840	37	950	32	880	176				126 (ungefähr)
	8	147										
	10	185										
	12	222										
800	6	118	890	37	1020	32	940	198				132 (ungefähr)
	8	158										
	10	198										
	12	238										
850	6	124	945	39	1070	34	990	225				149 (ungefähr)
	8	166										
	10	208										
	12	250										
900	6	130	995	39	1120	34	1040	240				156 (ungefähr)
	8	174										
	10	218										
	12	262										
1000	6	145	1095	39	1220	34	1140	254				165 (ungefähr)
	8	195										
	10	245										
	12	295										

Spiralgeschweißte Rohre.

Äußerer Durchm. mm	Wand-stärke mm	Betriebs-druck Atm.	Probe-druck Atm.	Gewicht des glatten Rohres kg/m	Äußerer Durchm. mm	Wand-stärke mm	Betriebs-druck Atm.	Probe-druck Atm.	Gewicht des glatten Rohres kg/m
157	2,5	24,0	35,0	10,0	362	4,0	17,0	25,0	38,5
	3,0	28,0	40,0	12,5		5,0	21,0	29,0	48,0
	3,5	30,0	45,0	15,0	416	3,5	13,0	18,0	38,8
182	2,5	20,0	30,0	11,7		4,0	15,0	22,0	44,3
	3,0	25,0	35,0	14,5		5,0	18,0	27,0	54,7
	3,5	30,0	45,0	17,1	467	3,5	11,0	17,0	43,5
208	2,5	18,0	27,0	13,8		4,0	13,0	19,0	49,8
	3,0	22,0	33,0	16,5		5,0	16,0	24,0	62,0
	3,5	26,0	39,0	19,2		6,0	19,0	27,0	75,0
233	2,5	16,0	24,0	15,4	517	3,5	10,0	15,0	48,2
	3,0	19,0	28,0	18,4		4,0	12,0	18,0	55,0
	3,5	23,0	34,0	21,0		5,0	15,0	23,0	68,8
259	2,5	15,0	22,0	17,0		6,0	18,0	26,0	80,0
	3,0	17,0	25,0	20,3	571	3,5	9,5	14,5	53,3
	3,5	20,0	30,0	24,0		4,0	11,0	17,0	60,9
311	3,0	15,0	22,0	24,7		5,0	13,0	20,0	76,0
	3,5	18,0	27,0	29,0		6,0	15,0	22,0	91,0
	4,0	20,0	30,0	33,3	622	3,5	8,5	13,0	58,0
	5,0	24,0	34,0	42,0		4,0	10,0	15,0	66,5
362	3,0	13,0	20,0	29,0		5,0	12,5	18,5	83,0
	3,5	15,0	23,0	33,5		6,0	15,0	22,0	100,0

Die Duisburger Eisen- und Stahlwerke fertigen aus Siemens-Martin-Flusseisen sogenannte nahtlose Patent-Stahlrohre mit Langrippen an, deren Querschnitt die Abb. 204 veranschaulicht. Diese Rohre haben zwei einander gegenüberliegende, lotrecht zu verlegende Langrippen von 25 bis 30 mm Höhe und von der Dicke der doppelten Wandstärke. Sie haben 6 bis 10 m Baulänge und werden je nach der Wandstärke bis zu 35 Atm. Wasserdruck geprüft. Zum Schutze gegen den Rost werden diese Rohre entweder warm asphaltiert oder verzinkt oder auch mit Mennige und Ölfarbe angestrichen; auch können sie mit passenden Isolierstoffen umhüllt werden. Die Verbindung der einzelnen Rohre untereinander wird durch Flanschen bewirkt, von denen die Abb. 205 (S. 139) die gebräuchlichste Anordnung darstellt. Die Rohre gestatten infolge ihrer Langrippen eine große freitragende Baulänge. Die folgende Tabelle (S. 137) gibt eine Übersicht der von den genannten Werken gelieferten Rohre der beschriebenen Art.

Abb. 204.



Nahtlose Rohre von sehr großer Festigkeit werden auch von den Deutsch-Österreichischen Mannesmannröhren-Werken in Düsseldorf, Remscheid, Bous a. d. Saar und Komotau in Böhmen geliefert. Diese sogenannten Mannesmannrohre werden nach dem von den Gebrüdern Mannesmann im Jahre 1885 erfundenen Hohl- oder Schrägwalzverfahren aus Martin- und Tiegelstahl her-

Nahtlose Patent-Stahlrohre mit Langrippen.

Innerer [n]maler Rohr-[d]urchmesser	Wand-stärke	Flanschen-			Schrauben-		Ungefähres Gewicht der Rohre ohne Flanschen	Ungefähres Gwicht der Rohre mit Flanschen
		Durch-messer	Loch-kreis-durchm.	Dicke	Anzahl	Dicke		
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg m	kg/m
105	4	230	186	15	6	16	14,0	16,0
	5						17,5	19,5
	6						21,5	23,5
	7						25,0	27,0
130	4	260	216	15	8	16	16,5	18,5
	5						20,5	22,5
	6						25,0	27,0
	7						29,5	31,5
160	4	290	247	18	8	16	19,5	22,0
	5						24,0	26,5
	6						29,5	32,0
	7						34,5	37,0
	8						39,0	41,5
180	4	310	267	18	8	16	21,5	24,5
	5						27,0	30,0
	6						32,5	35,5
	7						38,5	41,5
	8						44,0	47,0
200	4	340	295	20	10	19	24,0	27,5
	5						30,5	34,0
	6						37,0	40,5
	7						43,0	46,5
	8						49,0	52,5
	9						56,0	59,5
	10						63,0	66,5
225	4	365	320	20	10	19	26,0	30,0
	5						33,0	37,0
	6						40,0	44,0
	7						47,5	51,5
	8						54,5	58,5
	9						62,0	66,0
	10						70,0	74,0

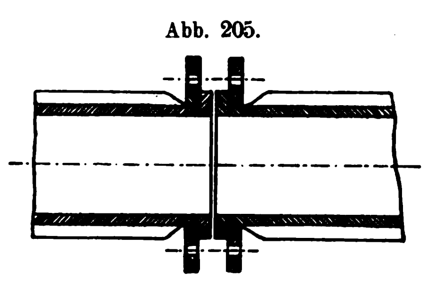
Nahtlose Mannesmann-Stahlrohre

für Wasser-, Dampf- und Luftleitungen.

Äußerer Durchmesser mm	Wandstärke mm	Flanschendurchmesser mm	Flanschenstärke mm	Flanschen-Lochkreis mm	Schraubenlochdurchmesser mm	Anzahl der Schraubenlöcher	Ungefähres Gewicht einschließlich Flanschen kg/m
38	2,25	96	8	68	11,5	3	2,40
41,5	2,25	99	8	71	11,5	3	2,40
44,5	2,25	103	8	75	11,5	3	2,52
47,5	2,25	106	8	78	11,5	3	2,74
51	2,50	116	10	84	14	3	3,22
54	2,50	121	10	89	14	3	3,50
57	2,75	124	10	92	14	3	4
60	3	129	10	97	14	3	4,60
63,5	3	133	12	101	14	3	4,90
70	3	140	12	108	14	4	5,40
76	3	146	12	114	14	4	5,90
83	3,25	163	12	126	17	4	7,05
89	3,25	169	14	132	17	4	7,66
95	3,25	175	14	138	17	4	8,17
102	3,75	185	14	148	17	4	10
108	3,75	191	14	154	17	4	10,60
114	3,75	197	14	160	17	4	11,20
121	4	204	14	167	17	4	12,63
127	4	226	16	179	21	4	13,68
133	4	231	16	184	21	4	14,35
140	4,5	239	16	192	21	4	16,70
146	4,5	245	16	198	21	6	17,40
152	4,5	254	16	207	21	6	18,10
159	4,5	261	16	214	21	6	19,10
165	4,5	269	16	222	21	6	19,70
171	4,5	275	16	228	21	6	20,60
178	4,5	286	18	240	21	6	21,70
191	5,5	300	18	253	21	6	27,70
203	5,5	313	20	266	21	6	29,91
216	6,5	327	20	280	21	6	36,67
229	6,5	341	20	294	21	7	38,92
241	6,5	354	22	306	21	7	41,44
254	6,5	372	22	323	21	7	44,26
267	7	385	22	336	21	7	49,52
279	7,5	404	25	353	21	8	55,90
292	7,5	417	25	365	21	8	58,71
305	7,5	430	25	379	21	8	61,48

gestellt. Die Baulänge der Mannesmannrohre beträgt 4 bis 7 m, kann aber nach Bedarf auch noch größer geliefert werden. Die Verbindung der einzelnen Rohre erfolgt durch Flanschen oder durch Muffen in derselben Weise, wie bei den Gusseisenrohren. Diese Muffenrohre werden einem Probedrucke von 70 Atm. unterworfen, die Flanschrohre einem solchen von 50 Atm. Zum Schutze gegen die Einwirkungen des Rostes werden die Mannesmannrohre innen und außen heiß asphaltiert und danach mit in Asphalt getränkten oder geteerten Jutestreifen umwickelt. Die Tabelle auf S. 138 gibt eine Zusammenstellung nahtloser Mannesmannrohre für Wasser-, Dampf- und Luftleitungen. Die Verbindung derselben erfolgt durch lose Flanschen.

Abb. 205.



Wie schon angedeutet wurde, können die Mannesmannrohre auch mit **Muffen** versehen werden und als Ersatz für die weniger widerstandsfähigen gusseisernen Muffenrohre dienen. Abb. 206 (S. 140) zeigt eine solche angewalzte **Muffe** und die nachstehende Tabelle gibt die üblichen Abmessungen derartiger Mannesmann-Stahlmuffenrohre.

Mannesmann-Stahlmuffenrohre.

Lichtweite des Rohres D mm	Wandstärke δ mm	Stärke der Dichtungsfuge f mm	Lichtweite der Muffe D_1 mm	Muffentiefe t mm	Ungefähres Gewicht kg/m
40	3	7,0	60	81	3,85
50	3	7,5	71	85	4,9
60	3	7,5	81	88	5,5
70	3 1/4	7,5	91,5	90	6,5
75	3 1/2	7,5	97	91	7,8
80	3 1/2	7,5	102	92	8,6
90	3 3/4	7,5	112,5	94	10,5
100	4	7,5	123	97	11,6
125	4	7,5	148	100	14,0
150	4 1/2	7,5	174	103	19,0
175	5	7,5	200	106	25,5
200	5 1/2	8,0	227	110	30,0
225	6 1/2	8,0	254	110	40,0
250	7 1/2	8,5	282	113	53,0

Die Mannesmannrohre sind bei Wasserleitungen schon vielfach angewendet worden und haben sich dabei ausnahmslos bewährt. Sie sind namentlich für Leitungen an Orten, wo Erdbewegungen und Rutschungen zu befürchten sind, für aufgeschütteten Boden, für sumpfigen und saueren Boden, sowie für Gebirgsgegenden empfehlenswert und finden hier auch immer mehr Verbreitung. Zu bemerken ist noch, dass die Mannesmannrohre auch im kalten Zustande eine gewisse Biegsamkeit besitzen.

Zum Schlusse sei hier noch eine Tabelle über Mannesmann-Brunnenröhren mit abgerundeten Muffen mitgeteilt (vgl. Abb. 120 S. 75).

Brunnenröhren mit Gewinden und abgerundeten Muffen.

Durchmesser in mm	innen	25	32	38	44	51	57	63	70	76
	außen	33	42	48	$51^1/_2$	59	69	76	82	89
Ungefähres Gewicht in kg/m bei einer Wandstärke von	4 mm	2,9	3,8	4,4	4,8	—	—	—	—	—
	$4^1/_2$ »	3,2	4,3	4,9	5,4	6,1	—	—	—	—
	5 »	3,5	4,7	5,4	5,9	6,8	8,1	8,9	9,7	10,5
	6 »	4,0	5,4	6,4	6,9	8,0	9,5	10,6	11,5	12,3
	7 »	—	—	—	—	9,2	10,9	12,2	13,2	14,2

Die für Stahlrohre erforderlichen Formstücke (Fittings) werden meist aus Schmiedeeisen geschweißt hergestellt.

Rohre aus Blei und Zinn.

Die Benutzung von Bleirohren zu Wasserleitungszwecken war schon im Altertume bekannt und ebenso die Meinungsverschiedenheit über ihren gesundheitsschädlichen Einfluss auf das Wasser. Wie schon früher bemerkt wurde, greift weiches Wasser von etwa 3 Härtegraden und darunter, besonders wenn es freie Kohlensäure und Luft enthält, das Blei stark an, so dass für solches Wasser, wenn es zu Genusszwecken bestimmt ist, reine Bleirohre unzulässig sind. Wasser von größerer Härte als oben angegeben, überzieht dagegen das Innere der Bleirohre bald mit einem festsitzenden, unlöslichen und gegen Bleilösung schützenden Überzuge.

Wo nun durch die Untersuchung des Wassers festgestellt ist, dass die Anwendung von Bleirohren keinen Schaden verursachen kann, sind dieselben, besonders wegen ihrer Biegbarkeit, sehr empfehlenswert für die Anlage von Hausleitungen.

Die Tabelle auf S. 142 u. 143 gibt die für Wasserleitungszwecke meist in Frage kommenden Abmessungen von Bleirohren. Sie ist nach den Angaben der Preisliste des Handelsbureaus der Königlich Sächsischen Hüttenwerke in Freiberg zusammengestellt. Die in der Tabelle mit aufgeführten Hartbleirohre bestehen aus Blei mit einem Antimonzusatze, der ihnen eine große Festigkeit verleiht; sie eignen sich indessen mehr für Dampf- als für Wasserleitungen.

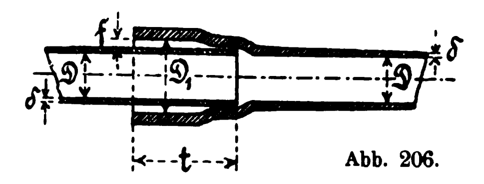


Abb. 206.

Die Bleirohre können auf verschiedene Weise miteinander verbunden werden, so z. B. durch Flanschen, durch Lötung und durch Verschraubung. Da die einzelnen Rohrstücke eine ziemlich beträchtliche Baulänge haben, so sind solche Verbindungsstellen im allgemeinen nicht in zu großer Anzahl auszuführen. Abb. 207 zeigt die Verbindung zweier Bleirohre mittels Flanschen. Man gibt den zu verbindenden beiden Rohren durch Hämmern schmale Bunde, nachdem man Ringe von Messing oder von Eisen über die Rohrenden geschoben hat, welche Ringe durch zwei oder mehrere Schraubenbolzen zusammengehalten

werden. Dabei ist eine besondere Dichtung nicht nötig, wenn die Verbindungsstellen glatt gefeilt sind; das weiche Metall presst sich fest aneinander.

Bei der Verbindung durch Lötung werden die möglichst eben bearbeiteten Enden der Rohre stumpf aneinander gestoßen und dann mit einem Wulste aus leichtflüssigem Bleilote umgeben (Abb. 208). Diese Verbindung war früher besonders beliebt, da sie am billigsten herzustellen ist. Besser jedoch und jetzt fast allgemein üblich ist die in Abb. 209 veranschaulichte Verbindungsweise. Das Ende des einen Rohres wird dabei mit einem passenden Dorn aus hartem Holze schwach trichterförmig aufgeweitet, das des anderen etwas kegelförmig zugespitzt. Beide Flächen werden dann blank geschabt und etwa 10 mm weit ineinander geschoben; zwischen die Flächen wird das Lot eingestreut. Man kann dann mit Lampe oder mit Kolben löten; in ersterem Falle besteht das Lot aus 1 Zinn und 1 Blei, in letzterem aus 2 Zinn und 1 Blei; Kolophoniumpulver dient als Flussmittel.

Abb. 207.

Zur Herstellung der Verschraubung nach Abb. 210 sind zwei Ringe mit einem inneren Durchmesser, welcher dem äußeren des Bleirohres entspricht, erforderlich. Die Ringe haben auf ihrer äußeren Seite entgegengesetzte Schraubengewinde, zu welchen eine Schraubenmutter mit Links- und Rechtsgewinde passt, die äußerlich sechskantig ist, um mit einem Schraubenschlüssel bewegt werden zu können. Die beiden Ringe sind an den Enden, mit denen sie zusammenstoßen, konisch ausgedreht. Sollen nun zwei Bleirohre miteinander verbunden werden, so schiebt man zunächst die Ringe bis fast an das Ende der Rohre. Von diesem muss so viel vorstehen, dass die Schräge der Ringausdrehung und die Stirn des Ringes bedeckt werden kann. Nun wird mit einem kegelartig geformten Werkzeuge, welches in die Rohrmündung passt, das Bleirohr gegen die Ausdrehungswandung des Ringes gepresst und der noch überstehende Rand mit dem Hammer umgeschlagen. Die Stirnflächen der Rohre werden glatt gefeilt und dienen als Dichtung. Durch Zusammenziehen der Schraubenringe mit der Mutter werden die Rohrenden fest und dicht aneinander gepresst.

Abb. 208. Abb. 209.

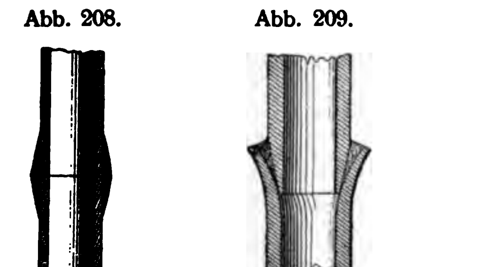
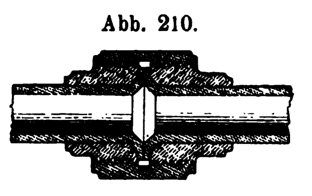


Abb. 210.



Gegen die bleilösende Wirkung mancher Wässer hat man sich durch sogenannte Schwefelung und durch Verzinnung der Innenwand der Bleirohre zu schützen gesucht. Die Schwefelung, auch Vulkanisierung genannt, hat erfahrungsgemäß gar keinen Wert; wahrscheinlich weil die dabei entstehende dünne Schutzschicht, namentlich beim Biegen der Rohre, sehr leicht abspringt. Auch

Bleirohre für Wasser-

Abmessung mm		Ein Meter Rohr wiegt kg	Größte Länge eines gepressten Rohres in m	Drucksicherheit in Atmosphären		Abmessung mm		Ein Meter Rohr wiegt kg	Größte Länge e. gepresst. Rohres in m	Drucksicherheit in Atmosphären	
Lichte Weite	Wandstärke			Weichblei	Hartblei	Lichte Weite	Wandstärke			Weichblei	Hartblei
10	2,5	1,1	47	12	24	28	3,5	3,9	69	6	12
	3	1,5	50	15	30		4	4,5	60	7	14
	3,5	1,7	44	17	34		4,5	5,2	51	8	16
	4	2,0	37	20	40		5	5,9	45	9	18
13	3	1,7	43	11	22		5,5	6,6	40	9,5	19
	3,5	2,1	35	13	26		6	7,2	37	10	20
	4	2,4	31	15	30	30	3,5	4,2	64	6	12
	4,5	2,8	27	17	34		4	4,9	55	6,5	13
	5	3,2	23	19	38		4,5	5,5	49	7,5	15
15	3	1,9	38	10	20		5	6,3	42	8	16
	3,5	2,3	31	12	24		5,5	7,0	38	9	18
	4	2,7	100	13	26		6	7,7	35	10	20
	4,5	3,1	87	15	30		6,5	8,4	42	11	22
	5	3,6	75	16	32	33	3,5	4,6	56	5,25	10,5
18	3	2,3	32	8	16		4	5,5	47	6	12
	3,5	2,7	27	9	18		4,5	6,1	42	6,75	13,5
	4	3,1	87	11	22		5	6,8	37	7,5	15
	4,5	3,6	75	12	24		5,5	7,5	34	8	16
	5	4,1	65	14	28		6	8,3	30	8,5	17
	5,5	4,6	58	15	30	35	3,5	4,8	50	5	10
	6	5,1	53	17	34		4	5,6	44	5,5	11
20	3	2,4	30	7	14		4,5	6,3	40	6	12
	3,5	2,9	25	8	16		5	7,2	34	7	14
	4	3,4	80	10	20		5,5	8,0	31	8	16
	4,5	3,9	70	11	22		6	8,8	28	8,5	17
	5	4,5	60	12	24	38	3,5	5,2	48	4,5	9
	5,5	5,0	54	13	26		4	6,0	40	5	10
	6	5,6	48	15	30		4,5	6,9	36	6	12
23	3,5	3,3	80	7	14		5	7,7	32	6,5	13
	4	3,8	70	8	16		5,5	8,5	29	7	14
	4,5	4,4	60	9	18		6	9,2	27	8	16
	5	5,0	54	10	20	40	3,5	5,4	45	4	8
	5,5	5,6	48	12	24		4	6,3	38	5	10
	6	6,2	43	13	26		4,5	7,1	34	5,5	11
25	3,5	3,6	75	7	14		5	8,0	30	6	12
	4	4,1	65	8	16		5,5	8,9	26	7	14
	4,5	4,7	57	9	18		6	9,8	24	7,5	15
	5	5,4	50	10	20	45	4	7,0	34	4,25	8,5
	5,5	6,0	45	11	22		4,5	7,9	30	5	10
	6	6,6	40	12	24		5	8,9	26	5,5	11

...ungszwecke.

...bmessung mm		Ein Meter Rohr wiegt kg	Größte Länge eines gepressten Rohres in m	Drucksicherheit in Atmosphären	
...te ...ite	Wandstärke			Weichblei	Hartblei
5	5,5	9,9	24	6	12
	6	11,0	21	7	14
0	4	7,7	30	4	8
	4,5	8,7	27	4,5	9
	5	9,8	24	5	10
	5,5	10,9	22	5,5	11
	6	12,0	20	6	12
	6,5	13,1	18	6,5	13
	7	14,2	16	7	14
	7,5	15,1	15	7,5	15
5	5	10,7	22	4,5	9
	5,5	11,8	20	5	10
	6	13,0	18	5,5	11
	6,5	14,2	16	5,75	11,5
	7	15,4	15	6,25	12,5
	7,5	16,7	14	6,75	13,5
)	5	11,6	20	4	8
	5,5	12,8	18	4,5	9
	6,5	15,4	15	5	10
	7,5	18,0	13	6	12
5	5	12,5	18	3,5	7
	5,5	13,9	16	4	8
	6	15,2	15	4,5	9
	6,5	16,5	14	5	10
	7	17,9	13	5,25	10,5
	7,5	19,4	11	5,75	11,5
)	5	13,4	16	3,5	7
	5,5	14,7	15	3,75	7,5
	6	16,2	14	4	8
	6,5	17,7	12	4,5	8,5
	7,5	20,7	11	5	10
	5	14,2	15	3	6
	6,5	18,8	10	4	8
	7,5	22,0	5	5	10
	5	15,1	5	3	6
	7	21,6	5	4	8
	8	25,2	5	5	10
	7	22,9	5	4	8
	8	26,5	5	4,5	9
	9	30,0	5	5	10

die gewöhnliche Verzinnung gewährt, weil der Zinnüberzug nur sehr dünn ist, keinen genügenden Schutz gegen Bleivergiftungen. Dagegen ist es sehr empfehlenswert, sogenannte Mantelrohre anzuwenden, bei denen die Zinneinlage mindestens $^1/_2$ mm dick ist. Die folgende Tabelle (S. 144) gibt ein Verzeichnis von Bleimantelrohren der Königlich Sächsischen Hüttenwerke, (Zinnrohre von 0,5 mm Wandstärke, die mit einem starken Bleimantel umgeben sind).

Die Verbindung der Bleimantelrohre kann durch Verschraubung oder durch Verlötung erfolgen. Bei der Verschraubung kann man ähnlich wie nach Abb. 210 verfahren, doch muss man sehr vorsichtig sein, damit das Zinnrohr nicht beschädigt wird. Die Verlötung erfordert ganz besonders sorgfältige Arbeit, damit die Zinneinlage nicht zum Abschmelzen gebracht wird, was beim Löten mit der Lampe mehr zu befürchten ist, als beim Löten mit dem Kolben. Die Lötung geschieht ähnlich wie bei den gewöhnlichen Bleirohren.

Die Bleirohre und die Bleimantelrohre werden auch von außen angegriffen und zwar besonders leicht, wenn sie mit Zementmörtel in Berührung kommen. Auch Kalk in Verbindung mit Feuchtigkeit, Alkalien, Kohlensäure und im Erdboden vorhandene organische Säuren sind diesen Rohren sehr schädlich und können sie in kurzer Zeit zerstören. Hat man daher solche Rohre durch Mauerwerk hindurch zu führen, so umgebe man sie mit einem

Mantelrohre.

Abmessungen: Lichte Weite (in mm)	Abmessungen: Wandstärke (in mm)	Ein Meter Rohr wiegt kg	Größte Länge eines gepressten Rohres in m	Mit Sicherheit für einen Druck von Atmosphären	Abmessungen: Lichte Weite (in mm)	Abmessungen: Wandstärke (in mm)	Ein Meter Rohr wiegt kg	Größte Länge eines gepressten Rohres in m	Mit Siche[illegible] für ei[illegible] Druc[illegible] Atm[illegible] sphä[illegible]
10	4,0	2,0	12,5	20	25	5,75	6,3	9,5	11,5
11	4,0	2,1	11,9	18	26	4,5	4,9	13,4	8,0
12	4,0	2,3	10,8	16	26	5,0	5,6	11,7	9,0
13	4,0	2,4	20,0	15	26	5,5	6,2	10,6	10,0
13	4,5	2,8	17,0	17	27	4,5	5,1	12,7	8,0
13	5,0	3,2	18,7	19	27	5,0	5,7	11,4	9,0
15	4,5	3,1	19,3	15	27	5,5	6,4	10,1	10,0
15	5,0	3,6	16,6	16	28	4,5	5,2	12,5	8,0
16	4,5	3,3	18,2	14	28	5,0	5,9	11,0	9,0
16	5,0	3,7	16,2	15	28	5,5	6,6	9,8	9,5
17	4,5	3,4	17,6	13	29	4,5	5,4	12,0	7,0
17	5,0	3,9	15,3	14	29	5,0	6,1	10,6	8,0
18	4,5	3,6	16,6	12	29	5,5	6,8	9,5	9,0
18	5,0	4,1	14,6	14	30	4,5	5,5	11,8	7,0
19	4,5	3,8	15,7	12	30	5,0	6,3	10,3	8,0
19	5,0	4,3	13,9	13	30	5,5	7,0	9,2	9,0
20	4,5	3,9	15,3	11	30	6,0	7,7	8,4	10,0
20	5,0	4,5	13,3	12	30	6,5	8,4	7,7	10,5
20	5,25	4,7	12,7	13	32	5,0	6,6	9,6	8,0
21	4,5	4,1	14,6	10	32	5,5	7,4	8,6	8,0
21	5,0	4,6	13,0	12	32	6,0	8,1	7,9	9,0
22	4,5	4,2	14,2	10	35	5,0	7,2	8,7	7,0
22	5,0	4,8	12,5	11	35	5,5	8,0	7,8	8,0
23	4,5	4,4	13,5	9	36	5,0	7,3	8,6	7,0
23	5,0	5,0	12,0	10	36	5,5	8,1	7,7	7,5
24	4,5	4,6	13,0	9	38	5,0	7,7	8,1	6,5
24	5,0	5,2	11,5	10	38	5,5	8,5	7,4	7,0
25	4,5	4,7	12,7	9	40	5,0	8,0	7,7	6,0
25	5,0	5,4	11,1	10	40	5,5	8,9	6,9	7,0
25	5,5	6,0	10,0	11					

Gusseisen- oder Steinzeugrohre oder umwickele sie mit Asphaltpapier oder mit asphaltierter Jute. Bleirohre sind hie und da auch von Ratten angenagt worden.

Reine Zinnrohre sind sehr teuer, sie kosten ungefähr zehnmal mehr als gleichweite Bleirohre und werden deshalb bei Wasserleitungen nur sehr selten benutzt. Die folgende Tabelle (S. 145) über Zinnrohre ist dem Preisverzeichnisse des Handelsbureaus der Königl. Sächs. Hüttenwerke in Freiberg entnommen.

Um Bleirohre durch Flüsse, Seen und Moräste legen zu können und um sie gegen äußere Angriffe besonders zu schützen, werden sie von Felten & Guilleaume in Mühlheim am Rhein mit einer Lage asphaltierten Hanfgarns umgeben, auf welche dann noch eine Panzerung von Formdrähten kommt. Zum Schutze gegen das Verrosten wird um die Panzerung noch eine dicke Lage *von asphaltiertem* Hanf gebracht. Das Ganze wird schließlich mit verzinktem

Zinnrohre.

[Ab]messungen		Ein Meter Rohr wiegt	Größte Länge eines gepressten Rohres in m	Mit Sicherheit für einen Druck von Atmosphären	Abmessungen		Ein Meter Rohr wiegt	Größte Länge eines gepressten Rohres in m	Mit Sicherh. für einen Druck v. Atmosphären
[Lich]te [Wei]te	Wandstärke				Lichte Weite	Wandstärke			
in mm		kg			in mm		kg		
	2,0	0,30	55	60	20	2,0	1,00	40,0	12
	1,5	0,25	66	36	20	3,0	1,60	25,0	18
	2,0	0,35	47	48	21	2,0	1,05	38,0	11
	1,5	0,30	55	30	21	3,0	1,65	24,0	17
	2,0	0,35	47	40	22	2,0	1,10	36,0	10
	1,5	0,30	55	25	22	3,0	1,70	23,5	17
	2,0	0,40	41	34	23	2,0	1,15	34,5	10
	1,5	0,35	47	22	23	3,0	1,80	22,0	15,5
	2,0	0,45	36	30	24	2,0	1,20	33,0	10
	2,5	0,60	27	37	24	3,0	1,85	21,5	15
	1,5	0,35	47	20	25	2,0	1,25	32,0	9
	2,0	0,50	33	26	25	3,0	1,95	20,5	14
	2,5	0,65	25	33	26	2,0	1,30	30,5	9
	1,5	0,40	41	18	26	3,0	2,00	20,0	13,5
	2,0	0,55	30	24	27	2,0	1,35	29,5	8,5
	2,5	0,70	23,5	30	27	3,0	2,05	19,5	13,0
	3,0	0,90	18	36	28	2,0	1,40	28,5	8,0
	1,5	0,45	36,5	16	28	3,0	2,15	18,5	12,5
	2,0	0,60	27,5	21	29	2,0	1,40	28,5	8,0
	2,5	0,80	20,5	27	29	3,0	2,20	18,0	12,0
	3,0	0,95	17,0	32	30	2,0	1,45	27,5	8,0
	1,5	0,45	36,5	15	30	3,0	2,30	17,0	12,0
	2,0	0,65	25,0	20	32	2,0	1,55	23,0	7,5
	2,5	0,85	19,0	25	32	3,0	2,40	15,0	11,0
	3,0	1,05	15,0	30	35	2,0	1,70	21,0	6,5
	1,5	0,50	33,0	13	35	3,0	2,60	13,8	10,0
	2,0	0,70	23,5	18	36	2	1,75	20,5	6,5
	2,5	0,90	18,0	23	36	3	2,70	13,3	10,0
	3,0	1,10	14,5	27	38	2	1,85	19,0	6,0
	1,5	0,55	29,0	12	38	3	2,80	12,8	9,0
	2,0	0,80	20,0	16	40	2	1,95	18,5	6,0
	3,0	1,25	12,5	24	40	3	2,95	12,2	9,0
	1,5	0,60	26,5	11	41	2	2,00	18,0	5,5
	2,0	0,85	18,5	15	41	3	3,05	11,8	8,5
	3,0	1,30	12,0	22	42	2	2,00	18,0	5,5
	1,5	0,65	24,5	10	42	3	3,10	11,6	8,5
	2,0	0,90	17,5	14	44	2	2,10	17,0	5,0
	3,0	1,40	11,0	21	44	3	3,25	11,0	8,0
	1,5	0,70	22,5	10	46	2	2,20	16,0	5,0
	2,0	0,90	17,5	13	46	3	3,40	10,5	7,5
	3,0	1,45	27,5	20	48	2	2,30	15,5	5,0
	1,5	0,70	22,5	9	48	3	3,50	10,3	7,5
	2,0	1,00	16,0	12	50	2	2,40	15,0	4,5
	3,0	1,50	26,5	19	50	3	3,65	9,8	7,0

Eisendraht umwickelt. Abb. 211 zeigt den Querschnitt eines solchen sogenannten Seilrohres.

Rohre aus Kupfer und Messing.

Kupferrohre haben einen sehr hohen Preis und sind auch zur Leitung von Genusswasser unbrauchbar. Sie werden deshalb viel seltener zu Kaltwasserleitungen benutzt als zu Warmwasserleitungen. Wo man in anderen Fällen kurze kupferne Verbindungsstücke in eine Rohrleitung einlegt, wendet man entweder messingene Verschraubungen, welche auf die Rohre gelötet sind oder aufgeschobene eiserne Flanschenringe an.

Abb. 211.

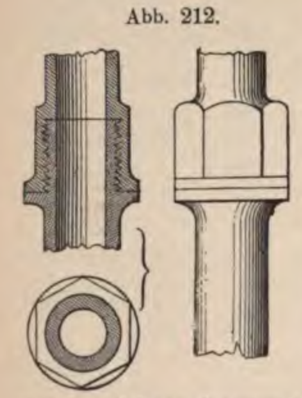


Messing übt zwar keinen schädlichen Einfluss auf das Wasser aus, wird aber des Preises wegen auch selten zu Röhren verarbeitet. Die Verbindung kurzer messingener Rohre mit Rohren aus anderem Stoffe geschieht ebenfalls durch Verschraubungen oder durch Flanschen.

Abb. 212 zeigt eine Verschraubung, welche häufiger Anwendung findet. Das Ende des einen Rohres ist mit einem Schraubengewinde versehen, das Ende des anderen aber mit einer Muffe, welche die Mutter enthält und äußerlich sechskantig gestaltet ist, damit sie mit einem Schraubenschlüssel angezogen werden kann. Zwischen die beiden Rohrenden legt man wohl auch Dichtungsringe aus Kautschuk oder Leder ein. Diese Konstruktion setzt aber voraus, dass man eins der beiden Rohrstücke frei drehen kann; wo dies nicht möglich ist, kann man eine der beiden folgenden Verbindungsarten benutzen. Bei Abb. 213 (S. 148) ist das stärkere Ende des einen Rohres mit einem Schraubengewinde versehen; das Ende des anderen Rohres hat einen kleinen Flansch und wird durch eine Mutter mit vorstehendem Rande beim Aufschrauben auf das Gewinde angezogen; dazwischen liegt ein Dichtungsring.

Eine dritte Befestigungsart besteht darin, dass ein Rohr von geringer Wandstärke, z. B. ein Messing- oder ein Kupferrohr, mit einem anderen von demselben lichten Durchmesser aber mit größerer Wandstärke so verbunden wird, wie Abb. 214 (S. 148) erkennen lässt. Das Rohr mit geringerer Wandstärke hat einen Bund, das andere eine Muffe mit Muttergewinde. In diese Muffe wird ein besonderes Stück eingeschraubt, welches den Flansch oder Bund gegen den Boden der Muffe presst; auch hier wird eine besondere Dichtungsscheibe eingelegt. Die beiden Tabellen (S. 147) bilden einen Auszug der Preisliste der Firma C. Heckmann in Berlin und Duisburg-Hochfeld und betreffen nahtlose, nach dem Mannesmannverfahren hergestellte Kupfer- und Messingrohre.

Abb. 212.



Zur Verbindung von schwachwandigen Messing- und Kupferrohren untereinander und mit anderen Rohrstücken kann man sich auch der von Oesten in

Kupferne Mannesmannrohre.

Gewicht in kg/m.

Innerer Dchm. mm	Wandstärke in mm							
	1	$1^1/_2$	2	$2^1/_2$	3	$3^1/_2$	4	5
10	0,31	0,49	0,68	0,88	1,10	1,34	1,58	2,12
15	0,45	0,70	0,96	1,24	1,53	1,83	2,15	2,83
20	0,59	0,91	1,24	1,59	1,95	2,33	2,71	3,53
25	0,73	1,12	1,53	1,94	2,37	2,82	3,28	4,24
30	0,88	1,34	1,81	2,30	2,80	3,31	3,84	4,95
35	1,02	1,55	2,09	2,65	3,22	3,81	4,41	5,66
40	1,16	1,76	2,37	3,00	3,65	4,30	4,98	6,36
45	1,30	1,97	2,66	3,36	4,07	4,80	5,54	7,07
50	1,44	2,18	2,94	3,71	4,50	5,29	6,11	7,77
55	1,58	2,40	3,22	4,06	4,92	5,79	6,67	8,48
60	1,72	2,61	3,51	4,42	5,34	6,28	7,24	9,19
65	1,87	2,82	3,79	4,77	5,77	6,78	7,80	9,90
70	2,01	3,03	4,07	5,12	6,19	7,27	8,37	10,60
75	2,15	3,24	4,35	5,48	6,62	7,77	8,93	11,31
80	2,29	3,46	4,64	5,83	7,04	8,26	9,50	12,02

Messingene Mannesmannrohre.

Gewicht in kg/m.

Äußerer Dchm. mm	Wandstärke in mm							
	1	$1^1/_2$	2	$2^1/_2$	3	$3^1/_2$	4	5
10	0,24	0,34	0,43	0,50	—	—	—	—
15	0,37	0,54	0,69	0,83	0,96	1,07	1,17	—
20	0,51	0,74	0,96	1,17	1,36	1,54	1,71	2,00
25	0,64	0,94	1,23	1,50	1,76	2,01	2,24	2,67
30	0,77	1,14	1,50	1,84	2,16	2,48	2,78	3,34
35	0,91	1,34	1,76	2,17	2,56	2,94	3,31	4,01
40	1,04	1,54	2,03	2,50	2,96	3,41	3,84	4,67
45	1,17	1,74	2,30	2,84	3,36	3,88	4,38	5,34
50	1,31	1,94	2,56	3,17	3,76	4,35	4,91	6,01
55	1,44	2,14	2,83	3,50	4,16	4,81	5,44	6,67
60	1,58	2,34	3,10	3,84	4,57	5,28	5,98	7,34
65	1,71	2,54	3,36	4,17	4,97	5,75	6,51	8,01
70	1,84	2,74	3,63	4,51	5,37	6,21	7,04	8,67
75	1,97	2,94	3,90	4,84	5,77	6,68	7,58	9,34
80	2,11	3,14	4,16	5,17	6,17	7,15	8,11	10,01

der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1893 S. 191 u. f. beschriebenen neueren Rohrverbindungen bedienen. Die zu verbindenden Rohrenden werden dabei etwas aufgebörtelt, mit leichtflüssigem Lote verzinnt und aneinander gestoßen. Dann wird eine Bleimuffe übergeschoben, wie Abb. 215 zeigt, und mit einem besonderen Werkzeuge auf die Rohre festgepresst (Abb 216). Schließlich wird die Verbindung mit der Lötlampe angewärmt, wodurch die Rohrenden mit der Bleimuffe fest verlötet werden.

Ton- und Zementrohre.

Die Steinzeugrohre werden aus plastischem eisenhaltigen Ton hergestellt. Sie müssen sehr gut gebrannt werden, so dass sie in ihrer ganzen Masse vollständig gesintert, dicht und undurchlässig sind; auch werden sie mit einer Glasur

Abb. 213.

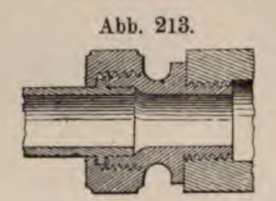
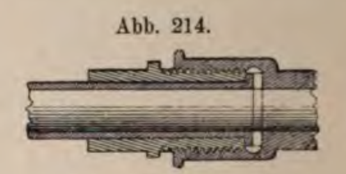


Abb. 214.



überzogen. Sie haben infolgedessen eine große innere Glätte und sind frei von Rostbildung. Die geraden Rohre erhalten kreisrunden oder eiförmigen Querschnitt und 1 m Baulänge. Folgende beiden Tabellen sind dem Preisverzeichnisse der Tonwarenfabrik von Fr. Chr. Fikentscher in Zwickau (Sachsen) entnommen und geben die Abmessungen und Gewichte der gebräuchlichsten Rohre.

Steinzeug-Rohre mit kreisrundem Querschnitte.
Aus dicht gesinterter Masse, innen braun glasiert, für Wasserleitungen usw.

Lichte Weite mm	50	75	100	125	150	175	200	225
Gewicht kg/m	12	15	20	25	30	35	40	45
Lichte Weite mm	250	275	300	350	400	450	500	600
Gewicht kg/m	53	60	70	85	115	140	160	210

Den Querschnitt eines sogenannten „eiförmigen“ Rohres zeigt Abb. 217.

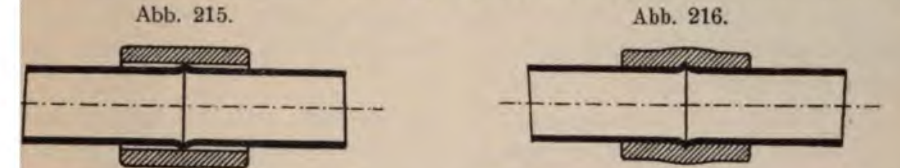
Eiförmige Rohre.

Lichte Weite mm	Gewicht kg/m	Wandstärke mm
260×400	130	40
330×500	188	50
400×570	240	50

Die Steinzeugrohre mit kreisrundem Querschnitte werden in verschiedener Gestalt als gerade und Formrohre angefertigt. Abb. 218 zeigt die gebräuchlichsten Gestalten. A stellt ein gerades Rohr, B ein Knierohr und einen Bogen,

Rohr mit einfachem, rechtwinkeligem, D eines mit einfachem schrägen
ze, E ein Rohr mit doppeltem schrägen Ansatze dar. F ist ein Über-
rohr und G ein Überlaufrohr. Es werden natürlich auch Rohre mit
lten, rechtwinkeligen Ansätzen geliefert, außerdem noch sogenannte Aus-
hre und Überschieber oder Doppelmuffen. Die Abzweigrohre, Ausputzer
Doppelmuffen haben je 60 cm Baulänge. Die Bogenrohre werden bis
m l. W. für Centriwinkel von 30, 45, 60 und 90°, bei 300 mm l. W. für

Abb. 215. Abb. 216.



l von 45 und 90° und bei lichten Weiten über 300 mm nur für 45°
tellt.

Die Verbindung der einzelnen Rohre erfolgt durch Muffen und mit ver-
enen Dichtungsstoffen. Beim Zusammenfügen der Rohre benutzt man
einen weich gepolsterten, mit Leder überzogenen Bolzen vom Durch-
der Rohre, an einem langen Stiele. Der Bolzen wird mit schwarzer Seife
niert und so weit eingeschoben, dass die Fuge am Zusammenstoße ver-
ist, um das Eindringen des Dichtungsstoffes oder Binde-
zu verhindern. Als Dichtung werden verschiedene
benutzt wie Portlandzement, Wasserglas mit hydrau-
n Kalk usw. Am häufigsten findet man eine Teerstrick-
ng mit aufgegossenem Zementmörtel; empfehlenswerter
mentmörtel dürfte jedoch Asphaltkitt sein. Man nimmt
sowohl reinen Asphalt als auch eine Art Mastix d. i.
lt mit Kalkzusatz. Auch Dichtungen mit Teerstricken
etten oder Ton findet man; doch sind diese Dichtungen
zu empfehlen, weil sie von den feinen Saugwurzeln der Pflanzen durch-
en werden und Veranlassung zum „Zuwachsen" der Rohre geben können.

Abb. 217.



Über die Anwendbarkeit der Steinzeugrohre ist folgendes zu sagen. Der
heit wegen benutzt man sie als Druckleitungen für Wasser höchstens bis

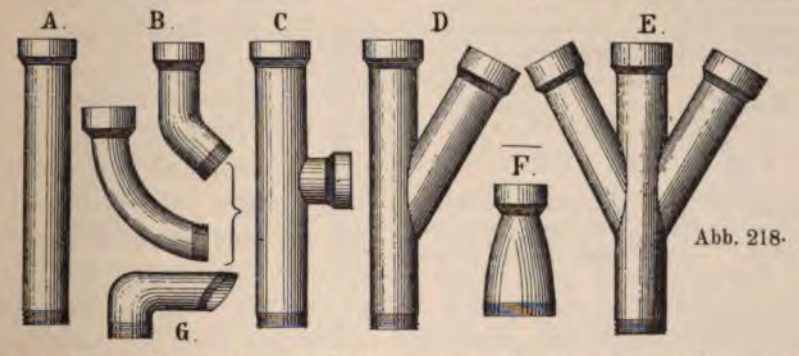


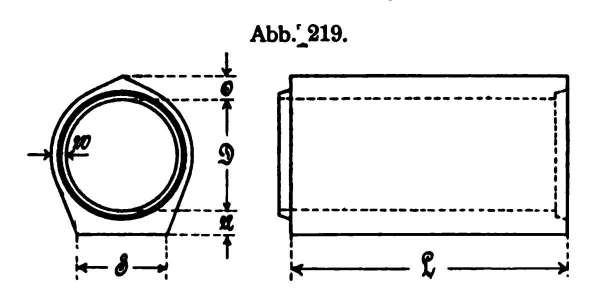
Abb. 218.

oder 4 Atmosphären Druck, doch müssen die einzelnen Rohre hierbei vor
erwendung mit wenigstens 6, besser mit 8 Atm. einzeln geprüft sein. Inner-

halb von Ortschaften und da, wo später Aufgrabungen zu irgendwelchen anderen Zwecken zu befürchten sind, überhaupt überall da, wo die Rohre nicht ganz ruhig liegen bleiben können, ist die Ausführung von Steinzeugdruckleitungen nicht zu empfehlen. Dagegen sind dieselben für geeignete Orte und für geeignete Druckverhältnisse ihres billigen Preises wegen, der nur etwa $^1/_3$ des für Eisenrohre auszugebenden beträgt, wohl in Betracht zu ziehen. Außerdem sind Steinzeugrohre für Zuleitungen ohne Druck, also mit ebenem Wasserspiegel und für solche, welche nur Fall und keine Steigung haben, sowie für Sicker- und Sammelleitungen wohl geeignet. Für derartige Leitungen kann man auch ungeprüfte Rohre verwenden.

Auch Zementrohre wendet man im Allgemeinen nicht für Leitungen an, die dauernd unter innerem Drucke stehen. Zementrohrleitungen einfachster Art kann man manchmal an den Stellen, wo sie hinkommen sollen, selbst anfertigen; man braucht dazu einen zylindrischen Kern von Holz und vier Brettchen von etwa 1 m Länge. Der erstere bestimmt den inneren Durchmesser, die letzteren die äußere Stärke der Leitung. Diese erhält hierbei ein vierkantiges Äußeres.

Abb. 219.

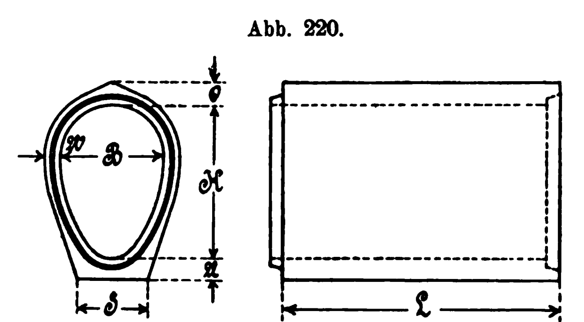


Es ist indessen stets besser, fertige Rohre zu verwenden, die man in den verschiedensten Abmessungen im Handel bekommt. Die Tabellen (S. 151) geben die Abmessungen und Gewichte der von der Zementwarenfabrik F. Gerstenberger in Freiberg (Sachsen) gelieferten Zementbetonrohre, deren Aussehen die Abbildungen 219 und 220 veranschaulichen.

Beim Verlegen dieser Zementbetonrohre müssen die Stöße sorgfältig gestützt werden, was am einfachsten durch untergelegte Ziegelsteine geschieht. Die Dichtung erfolgt durch Zementmörtel.

Dieselbe Fabrik liefert auch die in den Abbildungen 221, 222 und 223 auf S. 152 abgebildeten Seiten- und Scheitelrohreinlässe.

Abb. 220.



Übrigens kann man derartige Zementrohre durch Vermehrung der Wandstärke gegen größeren Außendruck und durch Einlegen von Eisendrahtgeflechten (Monierrohre) auch gegen stärkeren Innendruck widerstandsfähiger machen. Monierrohre haben sich aber bei saurem Bodenwasser und bei Sandführung des zu leitenden Wassers nicht bewährt; sie werden infolge ihrer geringeren Wandstärke und ihrer Eiseneinlage sehr bald angeriffen. Man hat auch beobachtet, dass die Wände der Rohre aus Zement von den etwa im Erdboden verborgenen Pflanzenwurzeln durchdrungen werden.

Zementbetonrohre mit kreisrundem Querschnitte

von F. Gerstenberger, Freiberg in Sachsen.

Abmessungen mm.

D	L	W	O	U	S	Gewicht kg	Lichter Quer-schnitt qm	Verdrängte Erdmasse pro lfd. m Kanal
300	1000	50	50	50	270	145	0,0707	0,1323
350	1000	50	50	50	280	162	0,0962	0,1654
400	1000	52	52	52	320	196	0,1256	0,2089
450	1000	55	55	55	360	235	0,1590	0,2591
500	1000	61	61	61	400	284	0,1963	0,3175
600	1000	69	75	75	450	395	0,2826	0,4511
700	1000	70	80	80	470	469	0,3848	0,5845
800	1000	82	102	102	520	654	0,5027	0,7812
900	1000	83	100	100	560	715	0,6362	0,9410
1000	1000	90	105	105	620	851	0,7854	1,1482

Zementbetonrohre mit eiförmigem Querschnitte

von F. Gerstenberger, Freiberg in Sachsen.

Abmessungen mm.

B	H	L	W	O	U	S	Gewicht kg	Lichter Quer-schnitt qm	Verdrängte Erdmasse pro lfd. m Kanal
200	300	1000	40	40	45	150	98	0,0467	0,0884
250	375	1000	45	45	53	180	137	0,0730	0,1316
300	450	1000	48	56	56	210	179	0,1034	0,1795
350	525	1000	55	65	60	250	238	0,1407	0,2422
400	600	1000	64	76	70	280	280	0,1838	0,3031
500	750	1000	70	92	90	320	438	0,2871	0,4739
600	900	1000	87	115	108	400	664	0,4135	0,6966
700	1050	1000	98	140	120	440	851	0,5628	0,9254
800	1200	1000	100	145	140	450	993	0,7351	1,1584
900	1350	1000	110	155	145	500	1209	0,9303	1,4458
1000	1500	1000	120	170	150	550	1452	1,1485	1,7674

Rohre aus anderen Stoffen.

Rohre aus natürlichem Stein findet man nur selten angewendet und nur da, wo ein guter Stein, z. B. Quarzsandstein in der Nähe zu haben ist und wo es sich um geringen Innendruck, etwa $^1/_2$ Atm., handelt. Abb. 224 zeigt ein solches Rohr. Die Baulänge beträgt ungefähr 1,25 m, die Bohrung bis etwa 250 mm. Die Verbindung geschieht durch eine Art Muffen, die Dichtung durch irgend einen passenden Steinkitt.

Rohre aus Porzellan sind teuer und kommen daher selten zur Anwendung.

Glasrohre hat man ebenfalls einzuführen gesucht, weil sie dem durchfließenden Wasser keine unangenehmen oder schädlichen Beimengungen geben

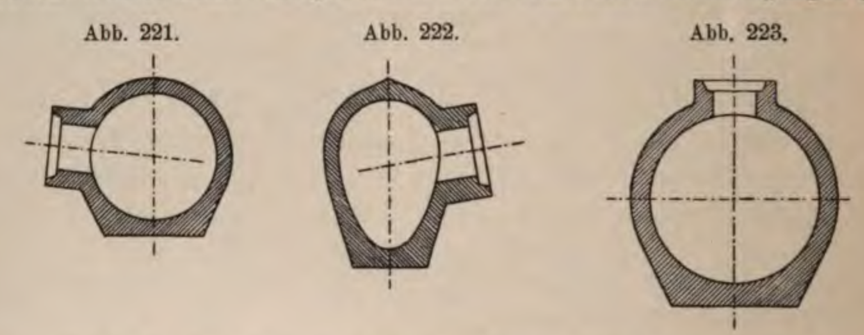
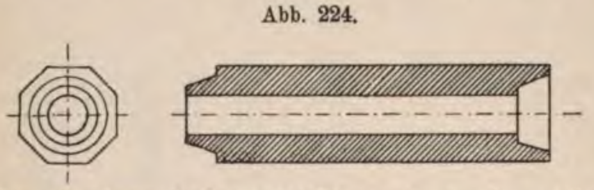


Abb. 221. Abb. 222. Abb. 223.

würden; das Glas darf aber nicht bleihaltig sein. Die Glasrohre würden einen starken, ruhigen Druck wohl aushalten, dagegen würde ihre Anwendung bei zu erwartenden Erderschütterungen und Temperaturänderungen in langen Leitungen wohl noch Bedenken erregen können. Kurze Stücke können mit Messing- oder anderen Rohren zusammengekittet werden. Man schmilzt zu diesem Zwecke Schellack mit $^1/_6$ venetianischem oder gemeinem Terpentin zusammen, wobei man wohl auch etwas gepulvertes Marienglas zusetzen kann; auch 4 Teile schwarzes Pech und 1 Teil Wachs zusammengeschmolzen und mit 1 Teile geschlemmten Ziegelmehls oder Kreide versetzt, gibt einen guten haltbaren Kitt. In beiden Fällen wird das Gemenge in nicht zu dicker Beschaffenheit auf die vorher angewärmten oder heißgemachten Teile gestrichen, welche verbunden werden sollen.

Abb. 224.



Zur Herstellung von Rohren aus Papier und Asphalt, sogen. Asphaltrohren, wird endloses Papier, dessen Breite der Länge der einzelnen Rohre gleichkommt, durch geschmolzenen Asphalt gezogen und um einen Dorn gewickelt. Der Durchmesser dieses Dornes entspricht der lichten Weite und die Zahl der Umwindungen der Wandstärke des Rohres, welches nach dem Erkalten und Trocknen einen glatten Überzug auf der Innenfläche erhält, während es auf der Außenseite mit einem Anstriche von Asphaltlack mit feinem Quarzsand versehen wird. Bei einer anderen Herstellungsart benutzt man Asphaltmörtel mit Eiseneinlagen. Die Asphaltrohre halten 15 Atmo-

sphären aus. Das Wasser erleidet beim Durchfließen keine Veränderung und die Rohre werden durch schädliche Stoffe im Erdboden nicht zerstört, wie dies bei Metallrohren öfter vorkommt. Das geringe Gewicht der ersterwähnten Rohre, welches nur etwa $^1/_5$ der Eisenrohre beträgt, ermäßigt die Transportkosten. Die einzelnen Rohre haben 50 bis 400 mm lichte Weite und eine Baulänge von 1 bis 2 m. Die Verbindung erfolgt durch gusseiserne Überschiebmuffen, welche durch Asphaltkitt gedichtet werden. Etwa nötiges Abschneiden wird mit einer Holzsäge bewirkt. Eine Verbindung der Asphaltrohre mit Rohren aus anderen Stoffen ist leicht ausführbar. Trotz aller dieser Vorzüge scheinen Asphaltrohre in ausgedehnterem Maße bisher nicht angewendet worden zu sein.

Bewegliche Röhren oder Schläuche.

Lederschläuche empfehlen sich da zur Anwendung, wo eine Verletzung von außen möglich ist. Sie sind aus den besten, besonders hergerichteten Rindshäuten herzustellen. Das Leder darf nur vom Rückenteile der Haut genommen werden. Eine Rindshaut gibt einen Riemen von 6 bis 8 m Länge und 20 bis 25 cm Breite, aus dem sich ein Schlauch von $6^1/_2$ bis 8 cm lichtem Durchmesser zusammenlegen lässt. Die Schläuche werden entweder durch Nietung oder durch Nähen zusammengefügt. Beim Nieten verwendet man meist verzinkte Kupfernieten. Beim Nähen werden die Kanten der Länge noch schräg gegeneinander geschnitten und mit Pechdraht vernäht, beim Zusammenstoß in der Länge werden die Riemenenden 10 bis 12 cm schräglaufend geschnitten, das eine auf der Narbenseite, das andere auf der Fleischseite 13 mm breit abgeschärft und mit zweifacher Naht vernäht. Die Schläuche kehren die Fleischseite des Leders nach außen.

Schläuche, die nur aus Gummi- oder Kautschuk bestehen, kann man für Leitungen ohne Druck und da, wo die Gefahr einer äußeren Verletzung nicht groß ist, anwenden. Sonst erhalten Schläuche aus diesen Stoffen noch besondere Einlagen, um eine größere Festigkeit zu erlangen. Gewöhnlich findet man Baumwoll- oder Segeltucheinlagen, denen man hie und da auch noch Spiralen oder Geflechte aus Messingdraht oder verzinktem Eisendraht beifügt.

Auch einfache Schläuche aus Hanfgewebe finden viel Verwendung. Sie sind weniger leicht von außen zu verletzen als die Gummischläuche, haben aber diesen gegenüber den Nachteil, dass sie wasserdurchlässig sind. Man gummiert sie deshalb auch innen und außen oder nur innen oder tränkt sie mit Gerbsäure und versieht sie mit einer Spirale aus verzinktem Eisendraht oder mit einer Metallumflechtung. Es werden jetzt auch biegsame Schläuche, die ganz aus Metall bestehen angefertigt.

Die beweglichen Röhren oder Schläuche werden unter sich oder mit anderen Leitungsrohren durch messingene Hilfsstücke, Schlauchverschraubungen oder Schlauchkuppelungen verbunden.

In der, einem Preisverzeichnisse von Bopp & Reuther in Mannheim nachgezeichneten Abbildung 225 ist jeder Schlauch an dem einen Ende mit einem nach a, am anderen Ende mit einem nach b geformten messingenen Endstücke versehen. Die Schlauchenden werden über die Wulste am Ende

dieser Stücke gezogen und mit Draht festgebunden. Das Rohrende b, welches mit einem Schraubengewinde versehen ist, wird auf das Ende a gesteckt und durch eine Mutter c festgeschraubt. Diese Mutter ist auf dem Stücke a beweglich und drückt gegen einen Ansatz desselben. Die Abdichtung erfolgt durch eine Lederscheibe und den Konus und, wenn erstere verloren gegangen sein sollte, nur durch letzteren. Die Mutter ist außen zylindrisch und mit zahnartigen Vorsprüngen versehen, welche es möglich machen, sie zunächst mit der Hand, dann aber mittels eines Schraubenschlüssels fest anzuziehen.

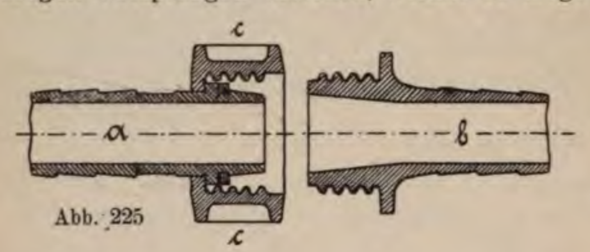


Abb. 225

Als Gewinde ist sogenanntes Kordelgewinde angenommen, welches gegen Beschädigungen viel widerstandsfähiger ist als ein scharfgängiges Gewinde und deshalb bei derartigen Schlauchverschraubungen stets angewendet werden sollte.

Abb. 226 stellt eine ähnliche Schlauchverschraubung dar. Sowohl das Stück a, welches mit dem äußeren Schraubengewinde versehen ist, als auch die Mutter b haben zylindrische Ansätze c, welche ersteres festzuhalten, letztere aber zu drehen gestatten.

Das Zusammenfügen der besprochenen Verbindungen ist immer etwas umständlich, weil es beim Zusammenstecken der beiden Teile a und b einige Aufmerksamkeit erfordert und namentlich bei der Eile, mit welcher die Zusammenfügungen, z. B. bei Feuersgefahr ausgeführt werden müssen, mancherlei Aufenthalt herbeiführen kann. Dieser Übelstand soll durch die in Abb. 227 veranschaulichte Verbindung beseitigt werden, die einen sogenannten Bajonettverschluss darstellt. Das Rohrstück a, welches in die erweiterte Mündung des Stückes b geschoben wird, hat anstatt der Schraubenmutter einen schmiedeeisernen Ring c, der sich um dasselbe frei drehen kann, sich gegen einen Ansatz a lehnt, mit zwei zur Achse der Röhren parallelen Armen versehen ist und mit den hakenförmig gebogenen Enden dieser Arme hinter passend gestaltete Ansätze d und d' greift. Diese Ansätze bilden geneigte keilförmige Flächen, also eigentlich ein unvollständiges doppelgängiges Gewinde. Sie lassen bei e und e' einen Zwischenraum, durch den man die hakenförmigen Klauen des Ringes hindurchschieben kann, worauf man denselben in die Lage dreht, welche er in der Abbildung einnimmt und welche

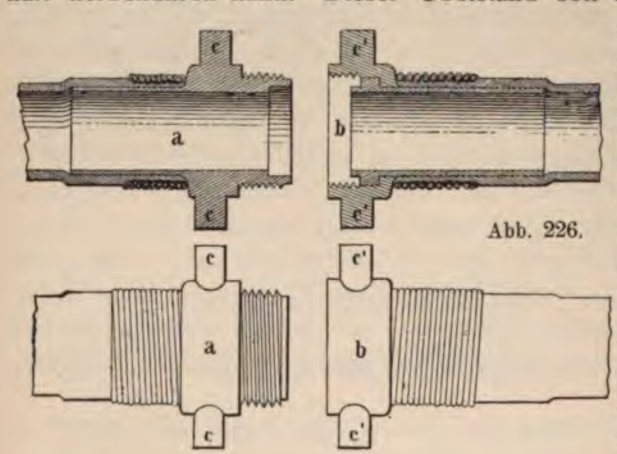


Abb. 226.

der Befestigung der Schlauchenden entspricht. Je weiter man die Klauen auf die schraubenförmigen Ansätze hinaufdreht, desto fester werden die Stücke a und b zusammengezogen.

Abb. 228 zeigt ein Hahnstück mit Schlauchschraube zur Verbindung eines Schlauchendes mit der Leitungsröhre. Der Hahn ist bei a an die Leitung angeschlossen. Ist der Schlauch mittels der Ansätze b festgeschraubt, so kann der Hahn geöffnet werden.

Die Haupt- und Anschlusswasserleitungen.

Schon im Abschnitte über Gräben und Rohrleitungen S. 101 u. f. wurde darauf hingewiesen, dass man beim Verlegen einer Rohrleitung schroffe Quer-

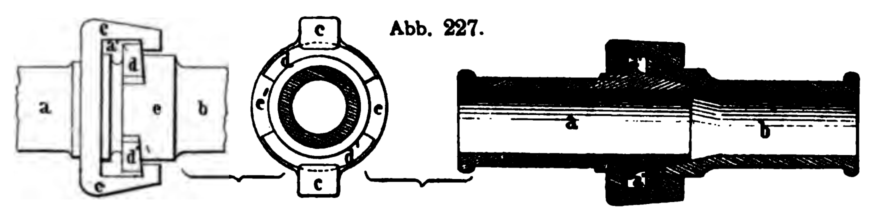


Abb. 227.

schnitts- und Richtungsänderungen wegen der damit verbundenen Gefällsverluste möglichst vermeiden sollte. Auch wurde schon bemerkt, dass man an den höchsten Stellen der Leitung Lufthähne oder Luftventile anzubringen hat, durch welche die sich in der Leitung nach und nach ansammelnde Luft herausgelassen werden kann, die sonst den Durchfluss stören oder auch ganz verhindern würde. Abb. 229 zeigt ein Muffenrohr, welches mit einer einfachen Luftschraube versehen ist, die von Zeit zu Zeit soweit zurückgedreht werden muss, dass die Luft durch die Bohrung entweichen kann. Zu diesem Zwecke trägt die Schraube oben ein Vierkant, auf welches ein passender Schlüssel gesteckt werden kann. In Fällen, in denen die Rohrleitung tief in der Erde liegt, wird auf das Vierkant eine Schlüsselstange von entsprechender Länge gesetzt, welche ihrerseits oben

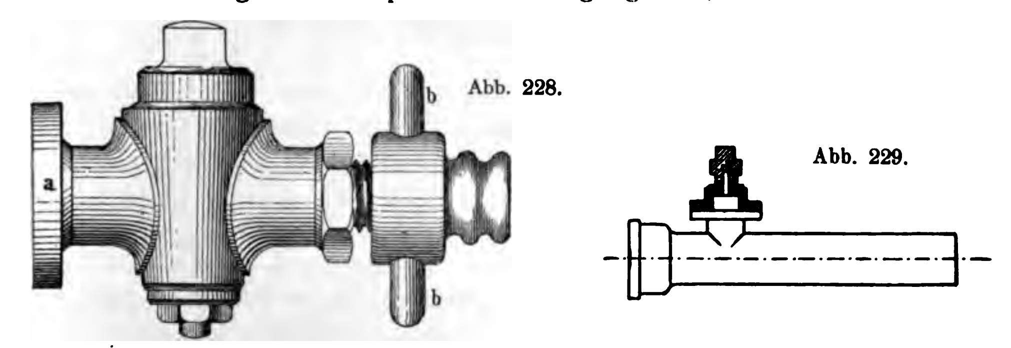


Abb. 228.

Abb. 229.

ebenfalls mit einem Vierkant versehen ist (Abb. 230). Die Stange ist von einem Gusseisenrohre, dem Schutzrohre, umgeben und an der Erdoberfläche durch eine sogenannte Straßenkappe verdeckt und geschützt. Die Abbildung 231 zeigt einen Windstock, der die Luft selbsttätig entweichen lässt. Ein kleines Kegelventil, das von einer schwimmenden Hohlkugel getragen wird, wird vom Wasser gegen seinen Sitz gepresst. Sobald sich Luft ansammelt, sinkt die Kugel und das Ventil öffnet sich, worauf die Luft entweicht.

Die Wasserleitungsrohre, welche, um das Wasser möglichst frisch zu erhalten, zumeist in die Erde gebettet werden, sind, damit sie nicht vom Forste leiden oder von über sie hinwegfahrenden, schweren Fuhrwerken beschädigt werden können, mindestens 1 m, bis zur Rohroberkante gemessen, besser aber noch tiefer, bis 2 m, im Mittel also 1,5 m unter die Erdoberfläche zu legen. Wo dies nicht möglich ist, wo die Rohre also nicht genügend tief in der Erde liegen können oder gar über derselben im Freien liegen müssen, sind Ausgleich- oder Kompensationsrohre (Stopfbüchsen wie Abb. 232 oder ähnliche Vorrichtungen) in die Leitung einzuschalten, welche die Längenänderungen des betreffenden Rohrstranges, die durch Temperaturänderungen hervorgerufen

Abb. 230.

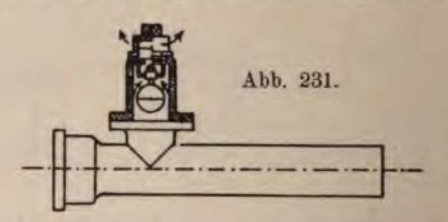


Abb. 231.

werden, unschädlich machen. Bei tief in der Erde liegenden Leitungen sind solche Ausgleichrohre unnötig. Lange Leitungen sind, wie schon früher angedeutet wurde, an geeigneten Stellen mit sogenannten Ausputz-, Schlamm-, Streif- oder Spundrohren (Abb. 233), d. s. Rohre mit abnehmbaren Reinigungsdeckeln zu versehen. Die Deckel

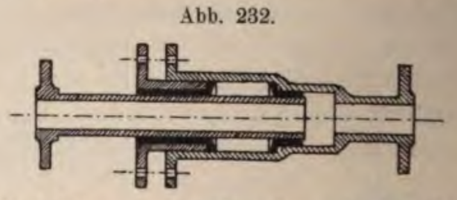
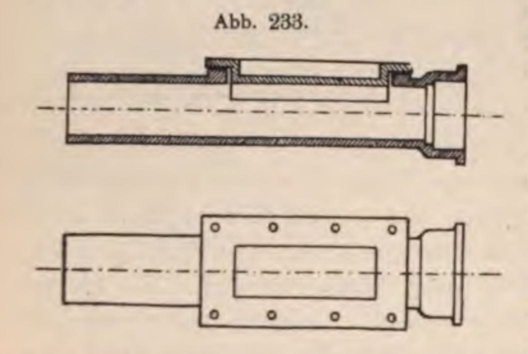


Abb. 232.

werden abgeschraubt, wenn die Rohrleitung gespült oder mit der Schlämmrute gereinigt werden muss. Diese Schlämmrute ist ein langer starker Draht oder eine langgliedrige Kette, die an einem Ende einen Körper trägt, der nahezu die ganze Rohrweite ausfüllt und durch das Rohr hindurchgezogen wird, wodurch die an der inneren Rohrwand haftenden Verunreinigungen abgestoßen oder abgeschabt werden. Die Reinigungsöffnungen der Spundrohre werden zweckmäßigerweise nicht wagrecht gelegt, sondern senkrecht gestellt, so dass sie sich an den Seiten der Rohre befinden. Die Spundrohre kommen in besondere kleine gemauerte Schächte od. Schrote, die befahrbar sind und entwässert werden müssen. An den tiefsten Stellen einer

Abb. 233.



Rohrleitung sind Vorrichtungen anzubringen, um die sich hier ansammelnden Unreinigkeiten ablassen zu können. Als solche Vorrichtungen können Spundrohre benutzt werden, in vielen Fällen jedoch ist es einfacher und billiger an diesen Stellen Wasserschieber einzuschalten, weil für diese die immerhin etwas teueren Schrote nicht nötig sind, sondern Schutzrohre benutzt werden können. Man kann dann z. B. ein A-Rohr einlegen, an dessen seitlichen Ansatz der Schieber angeschlossen wird. An den Schieber schließt sich häufig eine Abflussleitung, die in vielen Fällen aus Steinzeugrohren bestehen kann. Letztere mündet in einen benachbarten künstlichen

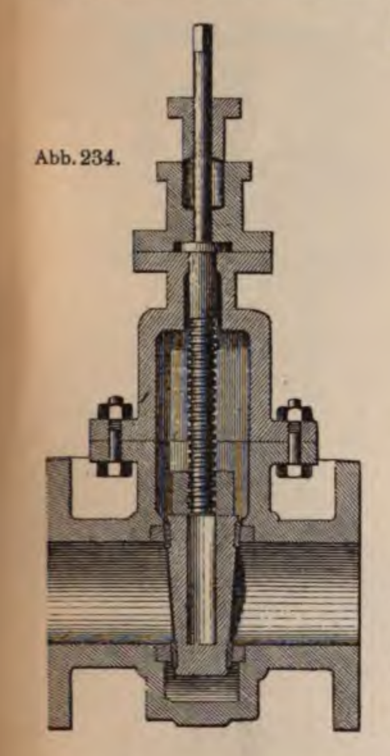


Abb. 234.

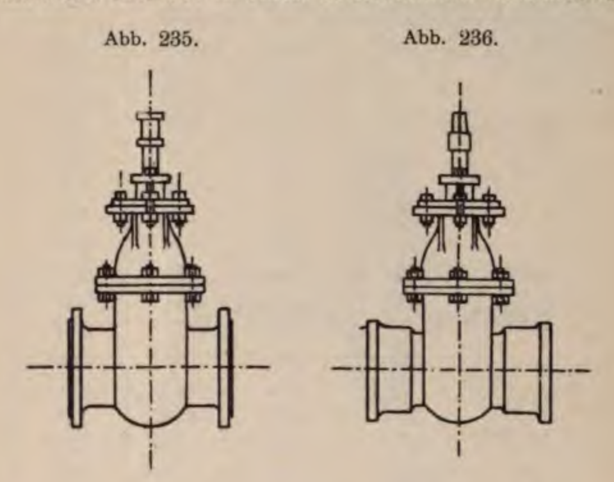


Abb. 235. Abb. 236.

oder natürlichen Wasserlauf. Die Schieber werden auch benutzt, um einzelne Teile der Leitung abschließen zu können und werden deshalb besonders an Abzweigungsstellen angeordnet. Abb. 234 zeigt einen solchen Wasserschieber im Querschnitte. Das Gehäuse des Schiebers besteht aus zwei Teilen, dem unteren Hauptteile, welcher die Dichtungsringe enthält und der daraufgeschraubten Haube zur Führung und Dichtung der Spindel. Die Dichtungsringe bestehen aus Bronze und können fertig geschliffen in die vorher ausgedrehten und mit Mennigekitt ausgestrichenen Nuten des Schiebergehäuses eingesetzt werden. Alle beweglichen Teile werden zur Verhütung des Rostens aus Bronze oder Rotguss hergestellt. Die beiden Dichtungsebenen sollen, wenn nicht parallel, so doch wenigstens nur schwach gegeneinander geneigt sein, um beim Eindrücken des Schiebers keine zu große Pressung zu erzeugen. Die Schiebergehäuse werden, wie die Abbildungen 235 und 236 erkennen lassen, mit Flanschen oder Muffen versehen. Die folgende Tabelle zeigt die gebräuch-

Abb. 237.



lichsten Schiebergrößen und Schieberabmessungen; sie ist dem Preisbuche Aktiengesellschaft Lauchhammer entnommen.

Abmessungen der Wasserschieber mit Flanschen oder Muffen.

Schieber-Durchgang mm	Flanschen-Durchm. mm	Baulänge D + 200 mm	Lochkreis-durchm. mm	Anzahl der Schraubenlöcher	Schieber-Durchgang mm
25	110	225	70	4	25
30	120	230	100	4	30
40	140	240	110	4	40
50	160	250	125	4	50
60	175	260	135	4	60
70	185	270	145	4	70
80	200	280	160	4	80
90	215	290	170	4	90
100	230	300	180	4	100
125	260	325	210	4	125
150	290	350	240	6	150
175	320	375	270	6	175
200	350	400	300	6	200
225	370	425	320	6	225
250	400	450	350	8	250
275	425	475	375	8	275
300	450	500	400	8	300
325	490	525	435	10	325
350	520	550	465	10	350
375	550	575	495	10	375
400	575	600	520	10	400
425	600	625	545	12	425
450	630	650	570	12	450
475	655	675	600	12	475
500	680	700	625	12	500
550	740	750	675	14	550
600	790	800	725	16	600
650	840	850	775	18	650
700	900	900	830	18	700
750	950	950	880	20	750
800	1020	1000	945	20	800
900	1120	1100	1050	22	900
1000	1220	1200	1160	24	1000

Die Schieber werden meist mit Schutzrohr und Straßenkappe vers (Abb. 237), doch können sie natürlicherweise auch in Schrote gelegt werden ersteren Falle werden sie durch Schlüssel, in letzterem durch Handräder bet Denselben Zwecken wie die Absperrschieber dienen die Absperrventile Absperrhähne.

Ein Absperrventil ist im unteren Teile der Abb. 238, die einen nannten Hydranten darstellt, veranschaulicht. Dasselbe wird durch drei im Ventilsitze geführt und kann auf diesen durch die Spindel aufged

rden, ohne an der Drehung der letzteren teilzunehmen. Um dies zu erreichen, : das Spindelende eine Rinne am Umfange, in welche zwei in den Kopf des ntils eingeschraubte Stifte eingreifen. Durch diese wird das Ventil beim nen gehoben, ohne dass es der Wasserdruck zu heben braucht. Bei engeren hrleitungen benutzt man anstatt der Schieber auch wohl Absperrhähne. : in den Abbildungen 239 und 240 gezeichneten Absperrhähne werden st in Messing ausgeführt. Den sogenannten Haupthähnen von 13 bis 52 mm lichtem Durchmesser gibt man noch eine aufgeschraubte Kappe, damit doppelte Sicherung gegen das Herausstoßen des Hahnes durch den Wasserdruck vorhanden ist. Zur Verbindung des Hahnes mit der Rohrleitung hat

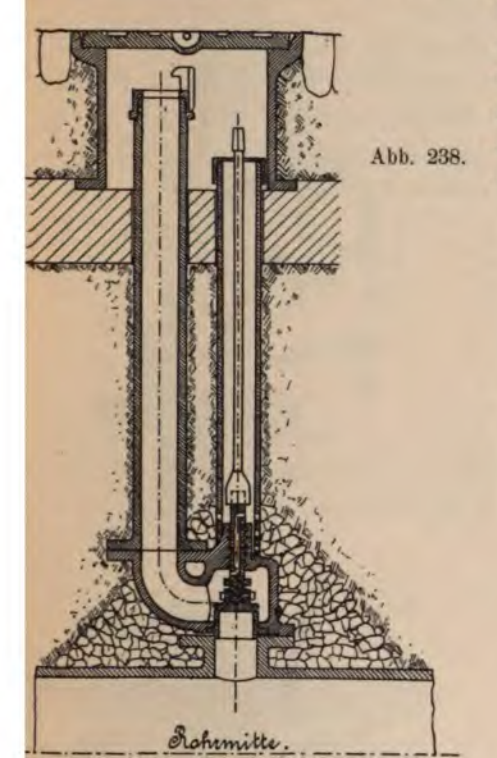


Abb. 238.

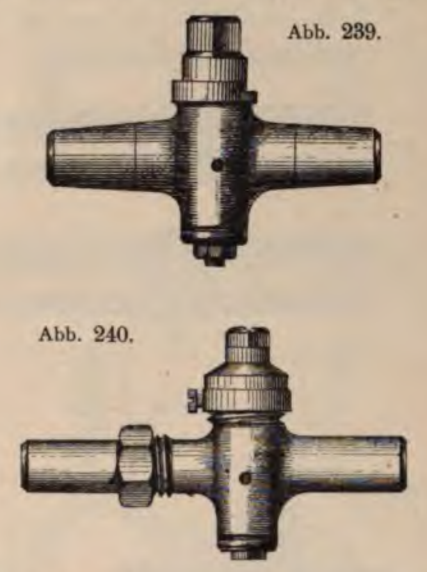


Abb. 239.

Abb. 240.

rselbe entweder zwei Lötzapfen (Abb. 239) oder einen Löt- und einen :windezapfen (Abb. 240) oder endlich zwei Gewindezapfen. Soll durch en Hahn gleichzeitig die Entleerung der Zweigleitung möglich sein, um deren ıfrieren im Winter zu verhüten, so gibt man dem Gehäuse ein kleines Loch m d dem Küken ein Loch n, wie Abb. 241 auf S. 160 zeigt. Bei der Hahnstellung A ht das Wasser in die Leitung über und ein Wasserausfluss aus dem Hahnhäuse findet nicht statt; in der Stellung B dagegen ist der Wasserzufluss absperrt und die Leitung kann sich entleeren. Es ist hierbei zu beachten, dass : Küken richtig in das Gehäuse eingesetzt wird. Denn wenn z. B. in Stellung das Loch n zur linken Seite stände, so wäre die Zweigleitung zwar abgesperrt er das Wasser würde aus der Hauptleitung durch das Loch m im Gehäuse laufen.

Es mögen hier gleich noch die Verhältnisse einer richtigen Hahnıstruktion angegeben werden. Der Kegelwinkel des Hahnkükens wird geınlich zu 10° angenommen. Oberhalb des Gehäuses ist der Küken meist

zylindrisch (Abb. 242) wodurch das Nachschleifen erleichtert wird. Wenn d der lichte Durchmesser des Rohres und $\frac{1}{4} \pi d^2$ der Querschnitt desselben ist, so muss die Durchgangsöffnung im Küken eben so groß sein. Die Höhe dieser Öffnung macht man gewöhnlich $h = \frac{4}{3} d$; folglich berechnet sich die Breite b aus der Bedingung

$$b \cdot h = \frac{1}{4} \pi d^2$$
$$b \cdot \frac{4}{3} d = \frac{1}{4} \pi d^2$$
$$b = 0{,}6\, d$$

Daraus ergibt sich der erforderliche Umfang des Kükens in der Mitte zu 4b, vermehrt um 4 Deckungen von je $\frac{1}{2}$ b, zusammen also zu 3,6 d. Hieraus bestimmt sich der mittlere Durchmesser des Kükens ungefähr zu $D = 1\frac{1}{8}$ d. Dieses Maß nimmt man für größere Hähne gewöhnlich an, bei mittleren Hähnen macht man $D = 1\frac{1}{4}$ d und bei kleinen Hähnen auch wohl $D = 1\frac{1}{3}$ d.

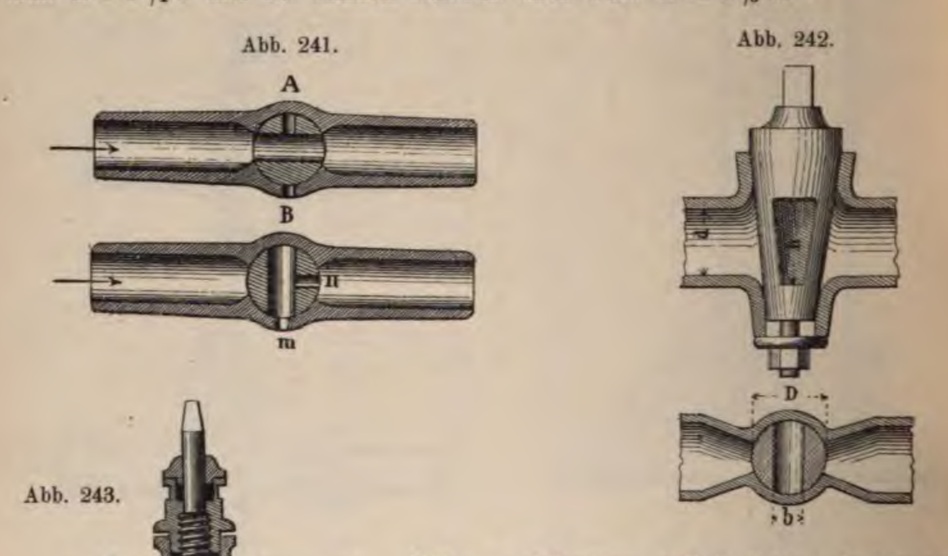


Abb. 241.

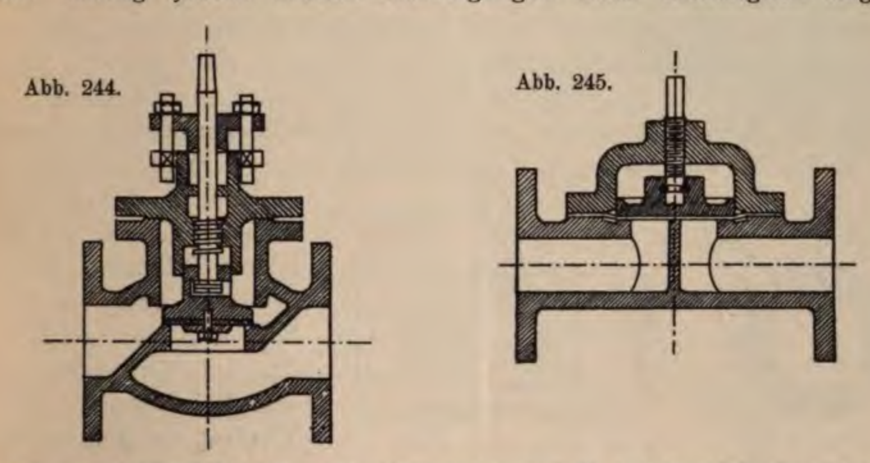
Abb. 242.

Abb. 243.

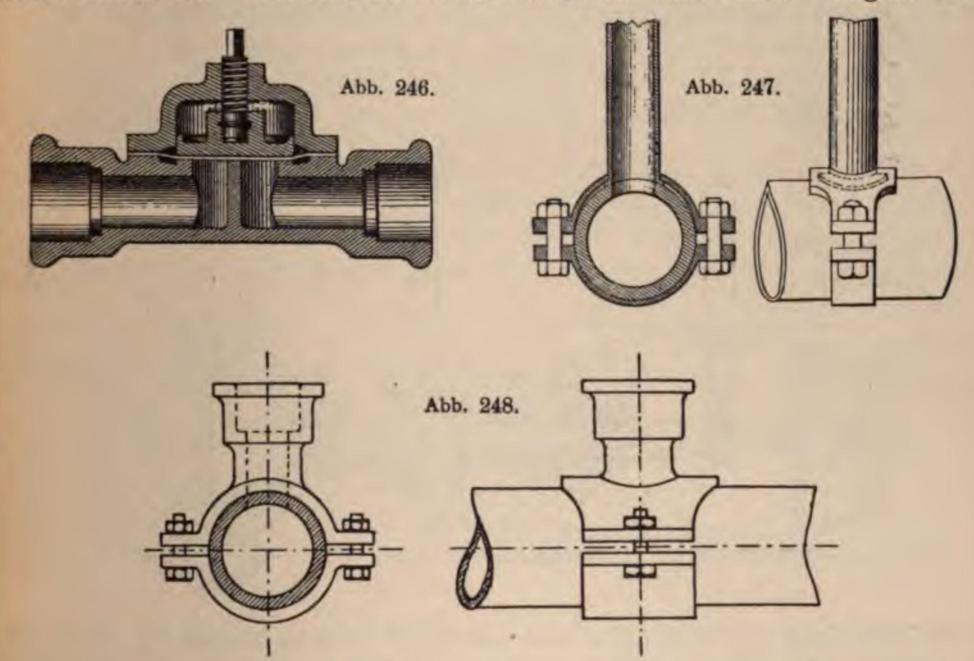
Hähne, welche längere Zeit nicht gedreht werden, setzen sich leicht fest, besonders wenn sie einen zu schwachen Konus haben. Dies kann Verlegenheiten hervorrufen, wenn der Hahn einmal plötzlich abgestellt werden soll, da die Vorsichtsmaßregel, denselben öfters einmal zu drehen, auch wenn sonst keine Veranlassung dazu vorliegt, in den seltensten Fällen beobachtet wird. Man wendet deshalb auch für kleinere Rohrleitungen Absperrventile an. Die Abbildungen 243 und 244 zeigen solche Ventile. Wird bei denselben die Spindel in die Höhe gedreht, so drückt das Wasser das Ventil auf. Das Ventilgehäuse kann mit der Rohrleitung durch Flanschen oder Muffen oder auch durch Löt- oder Gewindezapfen verbunden werden.

Auch die Niederschraubhähne Abb. 245 und 246, welche meist nur als Auslaufhähne bei Hausleitungen benutzt werden, lassen sich als Absperrvorrichtungen verwenden. Gewöhnlich haben sie 40 bis 65 mm Rohrdurchmesser. Die anschließenden Rohrenden werden in den Muffen des gusseisernen Gehäuses gedichtet oder mit den Flanschen verschraubt. Zur Herstellung von Abzwei-

gungen im Hauptrohrnetz einer Wasserleitung bedient man sich bei der Verwendung von Gusseisenrohren der früher erwähnten Formstücke, z. B. der A-, B- und C-Stücke, auch an den Stellen wo von vornherein Absperrschieber und dergl. angeordnet werden sollen, kann man sich mit Vorteil dieser Stücke bedienen. Häufig jedoch müssen Abzweigungen noch nachträglich eingebaut


Abb. 244. Abb. 245.

werden, was namentlich bei den Zweigleitungen für Wohngebäude vorkommt. Dann ist die Herstellung dieser Zweigstellen meist nur durch Anbohren der Rohre ausführbar. Dies Anbohren findet manchmal nach vorher erfolgtem Ent-


Abb. 246. Abb. 247. Abb. 248.

leeren der dabei in Betracht kommenden Rohrstücke statt. Die Abbildungen 247 und 248 zeigen so hergestellte Abzweigstellen, zu deren Ausführung man sich sogenannter **Rohrschellen** aus Schmiede- oder Gusseisen bedient. Abb. 249 zeigt

eine Abzweigung von einem Steinzeugrohre, wie sie hie und da vorgenommen wird. Das Anbohren der Steinzeugrohre setzt aber eine sehr sorgfältige Arbeit voraus. Da das bei diesen Ausführungen nötige Absperren der Leitung und das Leerlaufen derselben sehr große Unannehmlichkeiten hat, so hat man schon mancherlei Vorrichtungen konstruiert, bei denen ein Absperren und eine Entleerung nicht nötig ist, bei denen also der Betrieb der Wasserleitung während der Herstellung nicht gestört wird und bei denen die Leitung unter dem in ihr herrschenden Wasserdruck stehen bleibt. Als Beispiel einer solchen Vorrichtung diene Abb. 250. An der betreffenden Stelle wird um das Rohr A eine Rohrschelle B dicht angepasst und mittels der Schrauben a und b befestigt. In die Muffe der Rohrschelle wird der Hahn c mit dem einen Gewindezapfen geschraubt, während auf den anderen Zapfen der Bohrrahmen D kommt. Nun wird der Hahn geöffnet und ein Bohrer E von genügender Länge hindurchgesteckt, dann eine Bohrknarre F auf das Vierkant des Bohrers aufgesetzt und schließlich die Druckschraube G angezogen, worauf das Bohren beginnen kann. Ist das Loch durchgebracht, so tritt das Wasser bis an die Stopfbüchse des Bohrrahmens, in welcher der Bohrer dicht geführt wird. Nach Wegnahme der Bohrknarre zieht man den Bohrer so weit zurück, dass er aus dem Küken des Hahnes herauskommt, worauf man den Hahn schließt. Die zurückgebliebenen Bohrspäne kann man durch mäßiges Öffnen des Hahnes ausspülen. Ist das Legen der Zweigleitung, welche sich an den Hahn anschließt, beendet,

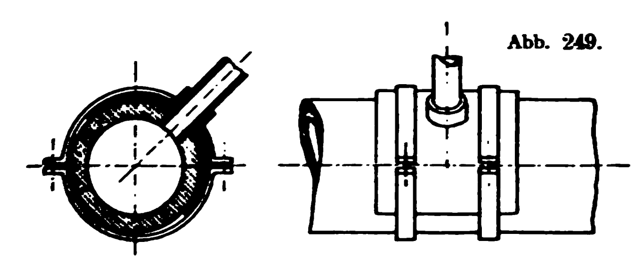


Abb. 249.

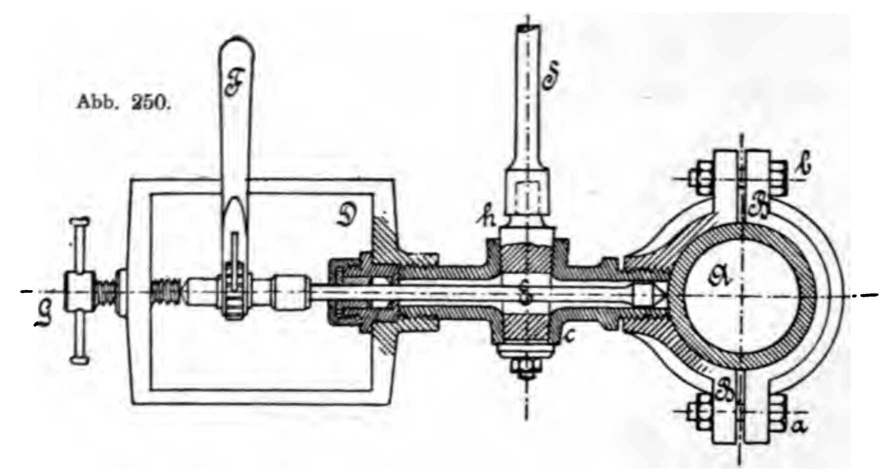


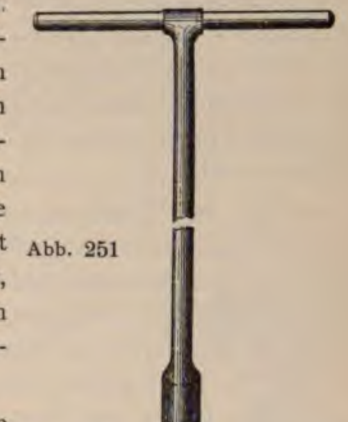
Abb. 250.

so wird der Hahn wieder geöffnet und die Verbindung ist hergestellt. Abb. 251 zeigt einen Schlüssel für derartige Hähne, Schieber oder Ventile, Abb. 252 aber einen Schlüssel zur Straßenkappe.

Zum Dichten der Rohrverbindungsstellen benutzt man manchmal Kitt und zwar Ölkitt sowohl als auch Eisenkitt.

e Ölkitte enthalten als Hauptbestandteil Leinöl oder Firnis, der mit
, Bleiglätte, Bleiweiß, Zinkweiß, Kreide, Ton, Ziegelmehl oder dergl.
n mehr oder weniger steifen Teige angerührt wird. Wasserdichten Kitt
eiserne Wasserleitungsröhren stellt man her, indem man 280 g altes
so lange sieden lässt, bis dasselbe 140 g Kolophonium aufgelöst hat.
tzt man $2^1/_2$ bis 3 kg eines feinen, aus 24 Teilen hydraulischem Kalk,
Bleiweiß, 2 Teilen Silberglätte und 1 Teil Kolophonium bestehenden
es zu. Ein anderer Kitt ist aus einem Teile gebrannten Kalk, $1^1/_2$ Teilen
und einem Teile Ton oder Lehm zusammengesetzt, welche getrocknet,
n, gesiebt, sorgfältig gemengt und endlich mit Leinölfirnis (ungefähr
irnis auf 500 g des Gemenges) zusammengeknetet wird.

e Eisenkitte haben als wesentlichen Bestandteil Eisenfeilspäne oder
rte Gusseisenspäne, die mit einer Mischung aus Kochsalz, Salmiak und
da auch Schwefel zusammengerührt werden.
scht gewöhnlich 16 Gewichtsteile Eisenfeil-
Teile Salmiak und 1 Teil Schwefelblumen
mit Wasser zu einem dicken Brei, welchem
man etwas Essig oder ein wenig Schwefelsäure zusetzt. Statt der Feilspäne kann
man auch feine Dreh- oder Bohrspäne
benutzen. Der Kitt wird möglichst fest
in die zu dichtenden Fugen eingestemmt,
wobei sich am Schlusse der Arbeit ein
leichtes Schäumen oder eine Bläschen-
zeigt.


Abb. 251

i den Arbeiten, die zur Verlegung der Rohre
ren sind, wird zuerst die Baugrube ausgehoben, deren Wände zur Er-
an Erdarbeit so steil als möglich angelegt werden. In den meisten
sind hierbei Verspreizungen oder Absteifungen der Rohrgrabenwände
Bohlen und Stempel (Abb. 253) nicht zu umgehen. Bei festem Boden

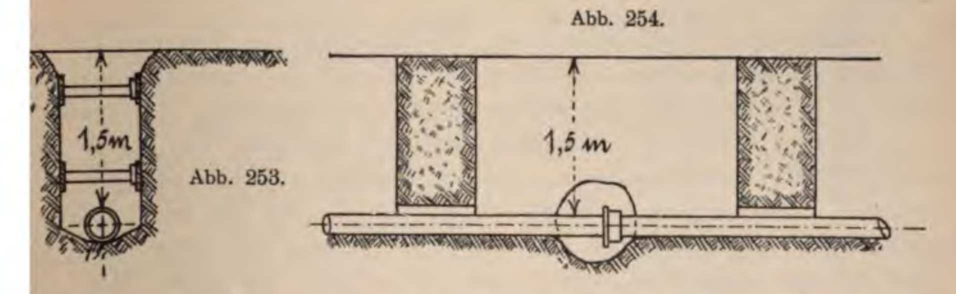


Abb. 253. Abb. 254.

es manchmal, dass in Abständen von einigen Metern Querdämme im
ben stehen gelassen werden, die man unten durchsticht, um die Rohre
zu legen (Abb. 254). Die Weite des Rohrgrabens soll etwa 0,75 m
, damit die Verlegungs- und Dichtungsarbeiten ohne Schwierigkeit aus-
werden können. An den Stellen, wo eine Rohrverbindung vorzunehmen

ist, muss eine Ausweitung in der Sohle und in den Wänden des Rohrgrabens hergestellt werden, um die Verbindungsstelle von allen Seiten gut zugänglich zu machen. Die Sohle muss möglichst eben und unnachgiebig hergestellt werden und etwa nötig werdende Unterstützungen sind mit größter Sorgfalt auszuführen, damit Senkungen nicht vorkommen können. Letztere sind besonders gefährlich für Rohre aus leichter brechenden Stoffen, wie Gusseisen und Steinzeug, während sie für schmiedeeiserne und stählerne Rohre, besonders aber für Mannesmannrohre weit weniger bedenklich sind. Manchmal kann auch die Ausführung einer Sandbettung für die ganze Länge der Rohrleitung oder für einzelne Teile derselben empfehlenswert sein. Wasser, welches sich während der Rohrlegungsarbeiten im Rohrgraben ansammelt, muss nach Möglichkeit beseitigt werden, da sich bei dessen Anwesenheit die Dichtungsarbeiten schwerer herstellen lassen. Das Verlegen der gusseisernen Muffenrohre geschieht von unten d. h. vom tiefst gelegenen Punkte der Leitung aus nach oben, so dass die Muffen der Bewegung des Wassers entgegengesetzt gerichtet sind. Dies geschieht weil die Abdichtung der Stöße, das Bleieingießen, hierdurch etwas erleichtert wird und weil durch das Verstemmen der Bleiringe der Zusammenhang des Rohrstranges nicht gelockert wird, was bei der Verlegung in entgegengesetzter Richtung leicht der Fall sein kann.

Nach dem Verlegen der Rohrleitung wird im offenen Rohrgraben gewöhnlich eine Druckprobe vorgenommen, damit etwa vorhandene undichte Stellen beseitigt werden können. Sodann wird die Rohrleitung zweckmäßigerweise mit sandhaltigem Boden sorgfältig umfüllt und umstampft, worauf mit dem schichtenweisen Wiederverfüllen des ausgeworfenen Erdbodens begonnen werden kann. Da sich die eingefüllten Massen nach und nach etwas setzen, so ist es zweckmäßig, den Rohrgraben mit einer geringen Überhöhrung auszufüllen, die später, wenn kein Setzen mehr stattfindet, eingeebnet werden kann.

Die Vorkehrungen, welche man zu treffen hat, um die Rohre von den mancherlei zerstörenden Einflüssen, denen sie im Erdboden ausgesetzt sind, zu schützen, sind bei der Besprechung der einzelnen Rohrarten bereits erwähnt worden.

Außer den bereits genannten Absperrschiebern, Ventilen und Hähnen müssen auch noch andere Ausrüstungsstücke in die Rohrleitung eingebaut werden. Da sind in erster Linie die sogenannten Wasserpfosten, Hydranten oder Feuerhähne zu nennen. Dieselben dienen zur Entnahme von Wasser für Feuerlösch- und Bewässerungszwecke, sowie zur Spülung und zur Entlüftung der Rohrleitungen. Sie werden in Entfernungen von 60 bis 100 m voneinander angeordnet und entweder auf das Hauptrohr gestellt oder durch eine, meist 65 oder 80 mm weite Zweigleitung mit demselben verbunden. Man kann sie entweder vollständig in die Erde versenken und mit einer Straßenkappe abdecken oder in einem gemauerten Schachte oder Schrote unterbringen. In ersterem Falle geschieht das Öffnen und Schließen des Hydrantenventiles durch einen Schlüssel, in letzterem kann es durch ein Handrad erfolgen. Die Wasserpfosten müssen natürlich der Einwirkung des Frostes entzogen sein und sind

deshalb mit einer Entwässerungsvorrichtung zu versehen, welche das Stehenbleiben von Wasser über dem Ventile, wenn letzteres nach dem Gebrauche des Hydranten geschlossen wird, verhindern. Die Entwässerung kann selbsttätig oder von Hand geschehen; beide Arten haben ihre Vorteile, die selbsttätige Entleerung ist aber nicht immer unbedingt zuverlässig. Wo keine derartige Entwässerung vorhanden ist, muss das über dem Ventile zurückbleibende Wasser in Frostzeiten auf irgend eine andere Weise, z. B. durch besonders eingerichtete Pumpen und Schläuche aus den Hydranten entfernt werden. Es ist zweckmäßig, die Hydranten so einzurichten, dass bei etwa nötigen Ausbesserungen oder Auswechselungen das Ventil herausgenommen werden kann, ohne dass man den ganzen Hydranten auszugraben braucht.

Ein Hydrant älterer Konstruktion ist schon in Abb. 238 dargestellt worden. Derselbe rührt von Mauck her und ist in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1872 beschrieben worden. Bei demselben ist das Ventilgehäuse aus Messing hergestellt und das Ventil und die Ventilspindel bestehen aus Rotguss. Die Spindel ist mit einem Schraubengewinde versehen, welches in dem als Mutter dienenden oberen Teile des Ventilgehäuses geführt ist. Eine Stopfbüchse oder irgend welche andere Dichtung ist nicht vorhanden. Die Spindel ist durchbohrt, damit das Wasser aus dem Steigrohre c nach dem Absperren des Hydranten entweichen kann. Dasselbe tritt durch die im unteren Teil des Schutzrohres b vorhandenen Löcher in den Erdboden. Damit es diesen nicht zerwühlen und wegwaschen kann, fließt es zunächst in eine, das Ventilgehäuse umgebende Kiesschüttung, durch die es nach und nach in den Erdboden versickert. Eine Auswechselung des Ventiles und seiner Spindel ist bei diesem Hydranten nur möglich, wenn er ausgegraben wird. Auf das Steigrohr c kann bei diesem, wie bei allen anderen Wasserpfosten ähnlicher Konstruktion mit Hilfe eines Bajonettverschlusses ein sogenanntes Standrohr (Abb. 255) aufgesetzt werden, welches in verschiedener Gestalt ausgeführt wird und mit einem oder zwei Stutzen versehen ist, an welche mit Hilfe von Schlauchschrauben Schläuche befestigt werden können. Diese Schläuche können an ihrem anderen Ende nach Bedarf mit Strahlrohren (Abb. 256 bis 258) ausgerüstet werden.

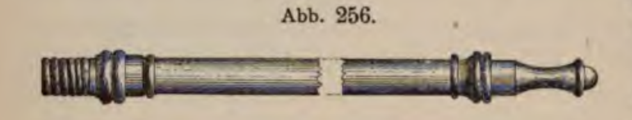
Abb. 255.

Es empfieht sich, den oberen Teil des Standrohres in einer Stopfbüchse drehbar zu machen, weil dies wesentlich zur Erhaltung der Schläuche, die keine scharfen Knicke vertragen, beiträgt. Abb. 259 zeigt einen sehr einfachen Hydranten von Bopp & Reuther in Mannheim, bei dem nach Lösung der Deckelschrauben das Ventil mit allem Zubehör bequem aus dem Mantelrohre herausgenommen werden kann. Die Entwässerung des Hydranten erfolgt selbsttätig. Im unteren Teile des Mantelrohres ist ein Loch angebracht, welches bei geöffnetem Ventile geschlossen, bei geschlossenem Ventile aber offen ist. Bei der Entwässerung von Hand ist im unteren Teile des Hydranten ein Hahn oder

Ventil eingebaut, welches nach Bedarf mit Hilfe einer Schlüsselstange geöffnet und geschlossen werden kann.

Wichtig ist es, dass man die Stellen, an denen Hydranten eingelegt sind, jederzeit schnell findet; man bezeichnet dieselben daher in irgend einer auffälligen Weise. Auch ist darauf zu sehen, dass Hydranten, welche innerhalb von Fabrikräumlichkeiten angebracht sind, nicht durch irgendwelche Gerätschaften, Bretter und dergl. umstellt werden, so dass erst längere Zeit dazu gehört, um den Wasserpfosten für den Gebrauch frei zu legen. Da trotzdem das Auffinden und Öffnen der Straßenkappen der besprochenen Unterflurhydranten, namentlich bei Nacht und im Winter, sehr umständlich ist, so hat man sogenannte Überflurhydranten konstruiert, bei denen das Mantelrohr um etwa 1 m über die Erdoberfläche hervorragt. Abb. 260 veranschaulicht einen derartigen Überflurhydranten von Bopp & Reuther in Mannheim. Das Öffnen und Schließen des Ventiles erfolgt bei demselben durch Drehen der Säulenspitze mit einem besonders gestalteten Schlüssel.

Abb. 256.



Auch die Druckständer oder Straßenbrunnen dienen zur Wasserentnahme und vertreten bei Druckleitungen gewissermaßen die Stelle der Pumpen über gegrabenen Brunnen. Die Druckständer sind mit Ventilen versehen, die nach Bedarf geöffnet oder geschlossen werden können. Dies Öffnen und Schließen des Ventiles geschieht meist mit einer an einem Druckhebel hängenden Stange. Durch einen Druck auf den Hebel wird die Stange gehoben und das Ventil geöffnet, beim Loslassen des Hebels sinkt die Stange durch ihr Eigengewicht und schließt das Ventil, wobei dann gewöhnlich die Entwässerungsvorrichtung selbsttätig geöffnet wird. Als Laufbrunnen, d. h. als Druckständer, deren Ventile kürzere oder längere Zeit hindurch geöffnet bleiben, so dass ihnen während dieser Zeit ununterbrochen ein mehr oder weniger starker Wasserstrahl entströmt, werden diese Straßenbrunnen nur noch selten verwendet, weil dabei den ganzen Tag über zu viel Wasser ungenutzt abfließt. Laufbrunnen werden fast nur noch am Ende sogenannter toter Leitungszweige (Verästelungssystem) angeordnet, um eine gewisse Bewegung des Wassers in diesen Rohren hervorzurufen und das Abstehen, sowie bei Frost das Einfrieren des Wassers zu verhüten. Die Druckständer haben eine gewisse Ähnlichkeit mit den Überflurhydranten und sind oftmals mit diesen vereinigt; sie haben wie diese ein Steigrohr. Das Rohr muss natürlicherweise entwässert werden können, damit das nach Schluss des Ventiles zurückbleibende Wasser nicht gefrieren kann. Die unter der Erdoberfläche befindlichen Teile der

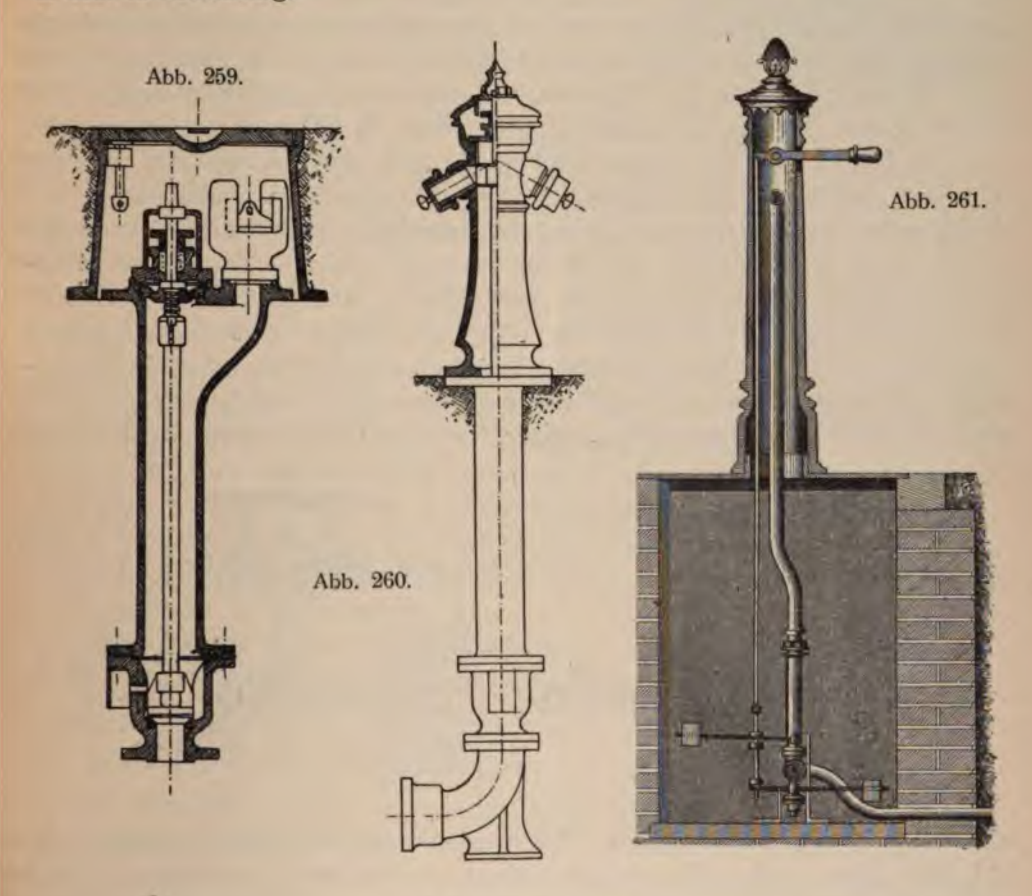
Abb. 257.



Abb. 258.



Druckständer können in manchen Fällen mit Schutzrohr, Schlüsselstange und Straßenkappe versehen, aber auch in einem Schachte untergebracht werden. Vor jedem Druckständer wird zweckmäßigerweise eine Absperrvorrichtung in die Leitung eingelegt, damit er nach Bedarf völlig außer Betrieb gesetzt werden kann; der Anschluss der Druckständer geschieht deshalb meist durch kurze Zweigleitungen. Abb. 261 zeigt die allgemeine Anordnung eines über einem gemauerten Schachte stehenden Druckständers von C. W. Julius Blancke & Ko. in Merseburg.


Abb. 259. Abb. 260. Abb. 261.

Wassermesser.

Um den Wasserverbrauch einer Zweigleitung nicht nur nach einem ungefähren, der Erfahrung entnommenen Näherungswerte abschätzen zu müssen, stellt man einen Wassermesser auf, wie Abb. 262 veranschaulicht. a ist hierin das Hauptrohr der Leitung, b der Haupthahn des Wassergebers, c der des Wassernehmers und d der Wassermesser. Die Anforderungen, welche an einen solchen Wassermesser gestellt werden, sind sehr mannigfaltig und haben Veranlassung zur Erfindung einer sehr großen Zahl verschiedener Wassermesser gegeben.

Die Wassermesser müssen mit gleicher Genauigkeit sowohl die größten als auch die kleinsten Wassermengen, welche durch sie hindurchgehen, angeben,

und zwar gleichgültig unter welcher Druckhöhe sie stehen. Ein derartiger Wassermesser soll daher ein sogenannter Hochdruckmesser sein und das gemessene Wasser muss nach dem Austritte aus dem Messer noch unter der Wirkung des Druckes in der Hauptleitung bis zur erforderlichen Höhe ansteigen können. Wäre dies nicht der Fall, so würden noch besondere Kosten für die Anlage eines Wasserbehälters in der gewünschten Höhe, sowie für ein Pumpwerk und noch verschiedenes andere nötig werden. Wäre der Wassermesser kein Hochdruckmesser, so könnte er z. B. nicht am Anfange der Abzweigung für ein Grundstück eingeschaltet werden, was bei öffentlichen Wasserleitungen durchaus wünschenswert ist, und es wäre dann die Möglichkeit gegeben, dass Wasser von dem Durchgange durch den Wassermesser ungemessen abgeleitet werden und verloren gehen könnte. Der Gefällsverlust, den ein Wassermesser verursacht, d. h. der Unterschied des Wasserdruckes vor und hinter demselben, also das zu seiner Bewegung erforderliche Gefälle, soll möglichst gering sein; der Mechanismus des Zählapparates muss also sehr leicht gehen. Dabei muss der Wassermesser aber dauerhaft und einfach konstruiert sein, so dass, außer in besonderen Fällen mindestens vier bis fünf Jahre vergehen können, ehe durch den Gebrauch eine Wiederherstellung nötig wird. Sein Gebrauch darf jedoch dabei keine besondere Beaufsichtigung erfordern. Schließlich muss ein Wassermesser gut verschließbar und gegen Staub und sonstige Unreinigkeiten geschützt sowie der willkürlichen Verstellung unzugänglich sein. Die Wassermesser kommen

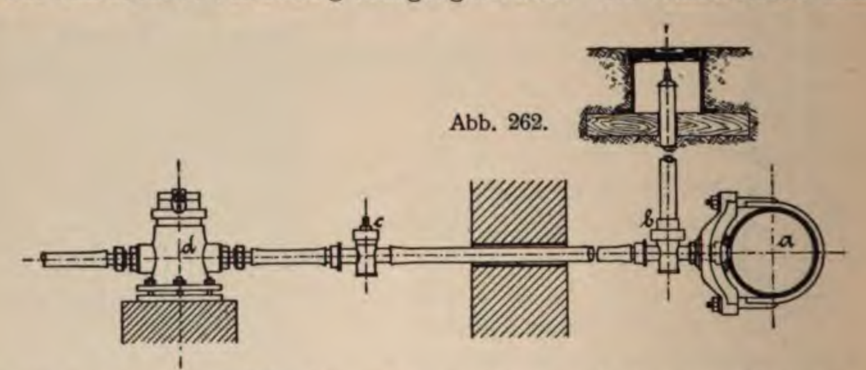


Abb. 262.

entweder in gemauerte Schächte oder werden innerhalb eines Gebäudes wie Abb. 262 zeigt, aufgestellt; sie sind frostfrei einzubauen und müssen ohne Schwierigkeit aus der Leitung herausgenommen und ausgewechselt werden können. Man kann dieselben in verschiedene Gruppen einteilen, von denen einige im folgenden kurz gekennzeichnet werden sollen.

1. Kolbenwassermesser, welche das durchgehende Wasser wirklich räumlich messen, indem ein von einem Kolben durchlaufener Raum mit Wasser gefüllt und dann entleert wird. Die Zahl der Kolbenhübe, die von einem Zählwerke angegeben werden, zeigt die Menge des verbrauchten Wassers an. Als Kolbenmesser sind die Messer von Dennert-Lind, Frost, Kennedy, Schmidt, Schwartzkopf u. a. zu nennen. Sie arbeiten nicht ganz stoßfrei und sperren, wenn sie infolge von stärker werdender Reibung einmal stillstehen, das Wasser ganz ab.

2. Scheibenwassermesser, die wie die Kolbenmesser zu den Raummessern gehören, geben an, wie oft eine Wasserkammer von bestimmtem Rauminhalte gefüllt und geleert wird.

3. Flügelwassermesser, messen die Geschwindigkeit des durchfließenden Wassers und geben daher die Wassermenge nur mittelbar an. Das Wasser wird bei diesen Messern tangential gegen ein oder zwei Flügelrädchen geführt und setzt diese dadurch in Bewegung. Die Ablesung erfolgt auch an einem Zählwerke, bei welchem einer jeden Umdrehung des Rades eine bestimmte Wassermenge entspricht. Bei diesen Flügelmessern unterscheidet man Nass- und Trockenläufer, je nachdem der Raum, in dem das Zählwerk läuft, mit dem zu messenden Wasser in Verbindung steht oder nicht. Als Flügelmesser sind u. a. zu nennen die Messer von Andrae, Bopp & Reuther, Dreyer, Rosenkranz & Droop, Lux, Meinecke und Siemens & Halske.

4. Turbinenwassermesser sind auch Flügelmesser. Sie erinnern an das bekannte Segnersche Wasserrad oder an die ebenso bekannte schottische Turbine.

Jedes der erwähnten Systeme hat seine Vorzüge und Nachteile, aber jedes ist noch mit Fehlern behaftet, so dass sich noch kein wirklicher Normalwassermesser zur Geltung gebracht hat. Wenn man jetzt oft von Normalwassermessern spricht, so will man nur sagen, dass bei den betreffenden Messern die Baulänge und die Verbindung mit der Leitung „normal" sind. Gute Kolbenmesser liefern zwar die zuverlässigsten Angaben, gegen ihre allgemeine Anwendung aber spricht ihre Größe und ihr hoher Preis. Man bedient sich daher meist der billigeren Flügel- und Turbinenmesser und nimmt deren Ungenauigkeiten mit in Kauf, weil diese Ungenauigkeiten immerhin nur klein sind und für die Praxis keine große Bedeutung haben.

Zum Schlusse mögen hier noch folgen die im Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung Jahrg. 1899 veröffentlichten

Bestimmungen für die Normalisierung der Wassermesser von 2 bis 20 cbm Durchlassfähigkeit (10 bis 40 mm Durchmesser).

Der Deutsche Verein von Gas- und Wasserfachmännern hat nach Anhörung des Berichtes der im Jahre 1894 auf der Versammlung zu Karlsruhe eingesetzten Kommission zur Aufstellung von Normalbestimmungen für Wassermesser folgendes beschlossen:

1. Die Einteilung der Wassermesser soll für die Zukunft nach der Durchlassfähigkeit der Wassermesser bei einem Druckverlust von 10 m im Messer erfolgen.

2. Die neue Einteilung der Wassermesser nach Durchlassfähigkeit wird zunächst für alle Wassermesser bis einschließlich solcher von 20 cbm Durchlassfähigkeit pro Stunde (etwa 40 mm Durchmesser) durchgeführt und erhält folgende Abstufungen: 2, 3, 5, 7, 10, 20 cbm pro Stunde.

(Diese Wassermesser entsprechen im Allgemeinen den Wassermessern von 10, 15, 20, 25, 30, 38 mm oder $^3/_8$, $^1/_2$, $^3/_4$, 1, $1^1/_4$, $1^1/_2$ engl. Zoll Durchmesser der Ein- und Ausströmungsstutzen nach der früheren Bezeichnung).

Die Einteilung und Normalisierung der Wassermesser von größerer Durchlassfähigkeit ist Gegenstand der weiteren Arbeiten der Kommission.

3. Die Wassermesser selbst sollen in der Zukunft neben einem Pfeil, der die Durchflussrichtung angibt, lediglich die Bezeichnung nach Durchlassfähigkeit in Kubikmetern pro Stunde bei 10 m Druckverlust im Messer: 2, 3, 5, 7, 10, 20 cbm und zwar deutlich sichtbar aufgegossen erhalten und im Verkehr als Zweier-, Dreier-, Fünfer- usw. Wassermesser benannt werden.

4. Für den Einbau der Wassermesser in die Leitungen soll für alle Wassermesser bis einschließlich solcher von 20 cbm Durchlassfähigkeit das System der Verschraubung angewendet werden.

5. Für obige 6 Wassermesstypen sollen drei Einbautypen zur Verwendung kommen. Dieselben erhalten:

a) für die Wassermesser von 2, 3 und 5 cbm Durchlassfähigkeit 220 mm Baulänge und 20 mm lichte Weite der Anschlussstutzen;

b) für die Wassermesser von 7 und 10 cbm Durchlassfähigkeit 260 mm Baulänge und 25 mm lichte Weite der Anschlussstutzen;

c) für die Wassermesser von 20 cbm Durchlassfähigkeit 300 mm Baulänge und 40 mm lichte Weite der Anschlussstutzen.

6. Für den Einbau von Wassermessern kleinerer Durchlassfähigkeit und demnach höherer Empfindlichkeit in Leitungen größerer Durchmesser sind zwei Passstücke und zwar: ein Passstück von 20 auf 25 mm lichten Rohrdurchmesser und ein Passstück von 25 auf 40 mm lichten Rohrdurchmesser und mit je 20 mm Baulänge bestimmt.

7. Die Verschraubungen sind mit dem sogenannten Gasrohrgewinde (Whitworth) herzustellen und zwar mit folgenden Abmessungen:

Wassermessertypen cbm	Lichter Durchmesser der Ein- und Ausströmungsstutzen mm	Gewinde		Anzahl der Gänge auf einen Zoll englisch
		Äußerer Durchmesser mm	Kern-Durchmesser mm	
2, 3 u. 5	20	33,25	30,29	11
7 u. 10	25	41,91	38,95	11
20	40	59,61	56,66	11

8. Es kann eine Sammlung Gewindelehren und Muster der Verschraubungen vom Vorstande des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern gegen Erstattung der Kosten bezogen werden.

9. Die Zifferblätter und Zählwerke sind zu vereinheitlichen.

Das Kubikmeter ist durchweg als Einheit anzunehmen und durchzuführen unter Ausschluss anderer Einheiten (Hektoliter oder Liter), jedoch mit Beibehaltung der für die Aichung und Kontrolle erforderlichen Zählrädchen bezw. Zeiger für Bruchteile des Kubikmeters; letztere sind durch rote Farbe deutlich von den Zeigern und Zählscheiben der Hauptzifferblätter zu unterscheiden.

Sämtliche Zeiger bezw. Zählscheiben der Zifferblätter sollen sich in der gleichen Richtung drehen.

Die Zeiger sind kräftig zu konstruieren und zu befestigen.

10. Die Zähleinrichtung der Wassermesser der verschiedenen Typen ist so einzurichten, dass die Wassermesser von 2 und 3 cbm Durchlassfähigkeit mit Zifferblättern bis zu 1000 cbm, Wassermesser von 5, 7 und 10 cbm Durchlassfähigkeit mit Zifferblättern bis zu 10 000 cbm und Wassermesser von 20 cbm Durchlassfähigkeit mit Ziffernblättern bis zu 100 000 cbm versehen werden.

Hausleitungen.

Die einfachsten Anlagen der Hauswasserleitungen sind jene, welche mit Weglassung aller Vorratsgefäße nur ein Steigrohr haben, das bis in den Dachraum reicht und dort an seinem Ende eine oder, wenn es verzweigt ist, mehrere Schlauchschrauben trägt. Alle Ableitungen nach den Küchen, Zimmern, Abtritten, Badestuben usw. erfolgen durch Nebenleitungen, die unmittelbar mit dem Steigrohre in Verbindung stehen und erhalten somit das Wasser mit dem Drucke der Hauptleitung. Die Ablass- oder Zapfvorrichtungen müssen besonders gut hergestellt werden, damit ein freiwilliges Rinnen oder Tropfen derselben vermieden wird. Am besten werden hierzu Ventilhähne, Niederschraubhähne und dergleichen verwendet, wie sie schon früher besprochen wurden. In einzelnen Fällen kann es natürlich unerlässlich sein, dass Vorratsgefäße anzuordnen sind, wie z. B. bei Zimmerspringbrunnen, Badeeinrichtungen usw.

Um bei etwaigen Störungen in der Hauptleitung wenigstens für eine kurze Zeit Wasser zu haben, wird manchmal eine Einrichtung mit Vorratsbehälter auf dem Boden des Hauses empfohlen. Dies erhöht aber die Anlagekosten und nicht überall sind die Wände und Balken stark genug, um das erhebliche Gewicht eines solchen Behälters tragen zu können. Die Absperreinrichtung der Straßenleitung und der Wasserentnahme aus dem Behälter kann dann selbsttätig sein, obgleich dies nicht unbedingt erforderlich und manchmal auch nicht rätlich ist.

Die Lage der Leitungsrohre muss man immer möglichst so einzurichten suchen, dass von einem Hauptsteigrohre, welches etwa 15 bis 20 mm Weite hat, die Nebenleitungen mit ungefähr 10 mm Weite abgezweigt werden können, und dass das Hauptsteigrohr eine vor Kälte möglichst geschützte Lage hat.

Nur in wenigen Fällen wird es da, wo viele Vorrichtungen mit Wasser zu versehen sind, vorteilhaft sein, mehrere Steigrohre anzulegen, da dann die Kosten der mehrverbrauchten Steigrohre durch Ersparung an Nebenleitungen gedeckt werden. Die Möglichkeit einer Verbindung dieser Steigrohre untereinander, sei es durch unmittelbares Zusammenführen derselben oder dadurch, dass sie alle in ein und dasselbe Vorratsgefäß führen, oder auch durch ihre Verbindung mit einigen Nebenrohren muss hierbei immer mit berücksichtigt werden.

In manchen Fällen werden die Hausleitungsröhren in die Mauern eingelegt und verputzt, so dass sie von außen nicht sichtbar sind. Es ist dies aber nicht empfehlenswert und an vielen Orten sogar verboten, weil dann die Rohre und besonders die Verbindungsstellen der Beobachtung entzogen sind. Bei den Ableitungen ist es weniger gefährlich und lässt sich namentlich bei solchen, die an Zimmerwänden angebracht werden müssen, auch selten anders einrichten. Bei den Steigrohren oder sonstigen Hauptrohren lässt es sich jedoch fast immer

vermeiden, da man dieselben meist an solchen Stellen anbringen kann, wo sie weder den Platz verengen, noch durch ihr Aussehen stören. Über die zerstörenden Einwirkungen, welche Zement und Mörtel auf die Bleiröhren ausüben, wurde bereits früher gesprochen (vgl. S. 143). Am besten eignen sich zum Durchleiten der Steigrohre die Küchen, die in den meisten Fällen eine Temperatur haben, die das Wasser vor dem Einfrieren schützt.

Lässt es sich nicht vermeiden, die Rohre in die Wände zu legen, so muss wenigstens an jeder Verbindungsstelle ein leicht zu öffnendes Kästchen angebracht werden, um diese Stellen bei vorkommenden Störungen untersuchen zu können. Die Rohre an den äußeren Wänden oder wohl gar in denselben emporzuführen, sollte wegen der größeren Gefahr des Einfrierens immer vermieden werden. Lässt sich das Emporführen der Rohre an der Außenwand durchaus nicht umgehen, so dürfen dieselben wenigstens nie in unmittelbare Berührung mit der Wand kommen. Es muss dann ein Kanal ausgearbeitet oder beim Aufführen der Mauer ausgespart werden, in den die Rohre kommen, so dass sie die Wand nirgends berühren, sondern ringsum von der Luft umgeben sind. Der Kanal wird mit in Bändern beweglichen oder durch Haken und Ösen zu befestigenden hölzernen oder blechernen Deckeln verschlossen. Im Winter kann man zu größerer Vorsorge den leeren Raum zwischen den Kanalwänden und dem Rohre noch mit Stroh oder einem anderen schlechten Wärmeleiter ausfüllen. Das beste Mittel gegen das Einfrieren der Rohre ist das Entleeren der in Frage kommenden Rohrstrecke während der Nacht oder auch das ständige Laufenlassen einer kleinen Wassermenge.

Die Befestigung der Rohre an der Wand geschieht in der Regel mit eisernen Haken oder mit sogen. Rohreisen oder Rohrschellen, wie sie auch bei der Befestigung der Abfallrohre von den Dachrinnen angewendet werden. In dem Falle, wo die Leitung an der äußeren Wand eines Gebäudes in die Höhe geführt werden muss, ist es zu empfehlen, die Befestigungsringe oder Haken von Eisen durch schlechte Wärmeleiter, z. B. einen aus weicher Pappe oder Filz geschnittenen Ring, vom Rohre zu trennen. Oft ist es vorgekommen, dass das Einfrieren an diesen Stellen zuerst eintrat.

Die Rohre müssen stets senk- oder wagrecht geführt werden, auch ist jeder Sack zu vermeiden, da sonst bei einer Entleerung Wasser in demselben stehen bleibt und zuerst gefrieren kann. Senkrechte Rohre erhalten in Entfernungen von etwa 1,5 m Haken zur Befestigung; wagrechte sollten nicht länger als $^1/_2$ m frei liegen, da sich besonders Bleirohre leicht durchhängen und zusammendrücken.

An den Auslauf- oder Zapfstellen in den einzelnen Räumlichkeiten werden Holzdübel in die Mauer eingelassen und daran Wandscheiben befestigt, wie sie die Abb. 263 und 264 veranschaulichen. Die Lötzapfen dieser Scheiben werden mit der Rohrleitung verbunden und in die Gewindemuffe wird ein Niederschraubhahn (Abb. 265 und 266) eingedreht und mit einem eingefetteten Hanffaden gedichtet. Die sonst noch angewendeten Hähne und Ventile sind bereits früher besprochen worden.

Zu den Anlagen zur Benutzung des Wassers, die an die Hausleitungen angeschlossen werden, gehören auch die sogenannten Hausfilter. Obschon es eigentlich nicht sein sollte, kommt es doch auch bei Wasserwerken, welche schon filtriertes Wasser liefern, zeitweise vor, dass das Wasser trübe ist, so dass kleine an den Zapfstellen anzubringende Filter ganz zweckmäßig sein können. Über die größeren Filteranlagen wurden schon in einem früheren Abschnitte (vgl. S. 19 u. f.) eingehendere Bemerkungen gemacht und auch über die kleineren Hausfilter wurde einiges bereits mitgeteilt, so dass hier nur noch folgendes zur Ergänzung des früheren anzuführen ist.

Zum Filtern des Wassers an den Zapfstellen sind die verschiedenartigsten Einrichtungen in Gebrauch. So kann man z. B. unter einem Auslaufhahn ein Steinzeuggefäß aufstellen, in welchem Sand- und Kohlenschichten miteinander abwechseln. Das Wasser wird in das Gefäß eingelassen und durchdringt die Schichten, um sich in einem inneren kleineren Behälter zu sammeln, aus welchem

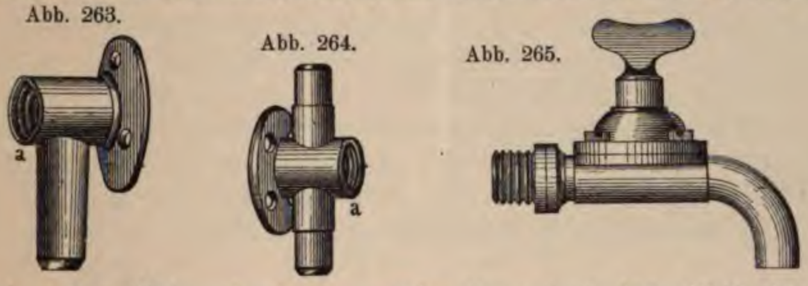
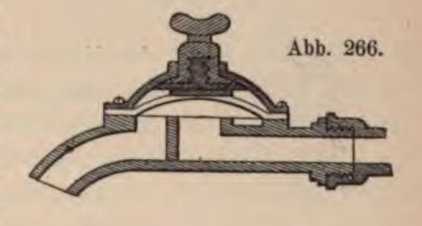


Abb. 263. Abb. 264. Abb. 265.

es durch einen Hahn abgelassen werden kann (vgl. Abb. 19 S. 19). Man kann in einem solchen Gefäße auch Hohlkörper aus plastischer Kohle, gebranntem Ton oder anderen durchlässigen Stoffen anbringen, deren Inneres durch einen Metallring und Ansatz mit der Ablauföffnung verbunden ist, welche durch einen Hahn zu schließen oder zu öffnen ist. Man kann die Einrichtung auch so treffen, dass das Wasser durch den Leitungsdruck hindurchgepresst wird. Ein kasten- oder walzenförmiges Gefäß gestattet an seiner oberen oder unteren Seite dem ungereinigten Wasser den Eintritt und an der entgegengesetzten Seite den Austritt. Schichten von gröberem Sande, feinem Sande und Kohlenpulver oder Schichten von gewaschener Schafwolle und Kohlenpulver oder auch nur Schichten von Wollenzeug, Flanell und Kattun, die zwischen Drahtsieben zusammengepresst sind, werden in der Nähe der Einströmungsöffnung befestigt, so dass das Wasser genötigt ist, sie zu durchdringen. Dadurch werden nicht nur Unreinigkeiten zurückgehalten, sondern dem Wasser auch etwa vorhandene unangenehme Gerüche genommen, so lange die Filterstoffe noch rein sind. Mit der Zeit versetzen sich diese jedoch und es muss dann eine Reinigung oder Erneuerung derselben vorgenommen werden. In vielen Fällen sind zur Reinigung besondere Vorrichtungen an dem Filter angebracht, die eine Umkehrung der Durchflussrichtung des Wassers durch das Filter und dadurch ein Ausspülen desselben ermöglichen. Leider lässt sich nicht immer genau er-


Abb. 266.

kennen, wann die Reinigung oder Auswechselung der Filterstoffe nötig ist, so dass die Erneuerung oft zu lange verschoben wird.

Die große Anzahl der jetzt in Benutzung stehenden verschiedenen Hausfilter kann hier nicht näher besprochen werden, doch mögen noch folgende Bemerkungen gestattet sein. Asbest und gebrannter Ton haben sich gegen die im Wasser befindlichen Keime undurchlässiger gezeigt und sich als Filtermassen besser bewährt als z. B. Eisenschwamm, Sand, Tuffstein, Zellulose usw. Am besten verhalten sich jedoch Kieselguhrfilter, dagegen verdienen die vielfach angewendeten Kohlenfilter ihren guten Ruf nicht, da sie sehr bald zu einem vorzüglichen Nährboden für allerhand kleine und schädliche Lebewesen werden.

Die wichtigsten der an eine Hausleitung angeschlossenen Anlagen sind die Spülvorrichtungen, die nun kurz besprochen werden müssen.

Die Versorgung der Küchen mit Wasser geschieht meistens mittels eines Auslaufhahnes oder Auslaufventiles, welche Zapfvorrichtungen über dem sogenanten Küchenausguss oder Gossstein angebracht werden, der zum Abführen der Unreinigkeiten und der gebrauchten Flüssigkeiten dient. Diese Ausgüsse werden von emailliertem Gusseisen etwa von der in Abb. 267 veranschaulichten Gestalt oder von Steinzeug nach Abb. 268 a und b oder auch von Steingut hergestellt und sind entweder zum Anbringen an einer Wandfläche oder in einer Ecke eingerichtet. Werden sie groß genug und gefäßförmig angelegt, so können sie auch als Spülgefäße benutzt werden. In den Fällen, wo

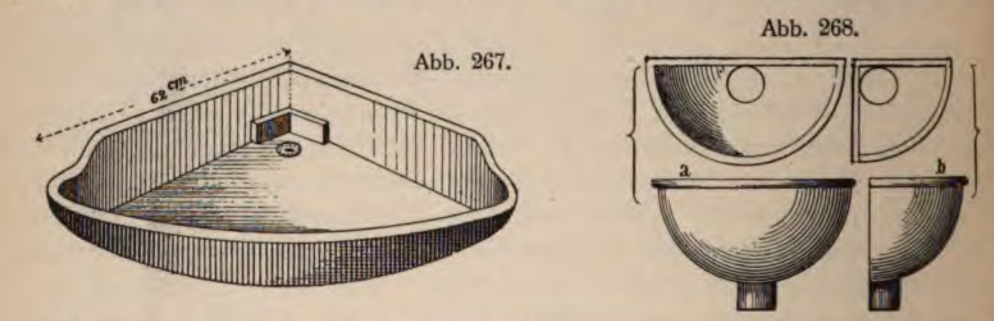


Abb. 267. Abb. 268.

die Flüssigkeiten aus der Küche in die Abortgrube oder in einen Kanal geleitet werden, welcher gleichzeitig die Unreinigkeiten aus den Abtritten und den Pissoirs fortführt, ist es nötig, jeden Küchenausguss, des Geruches wegen, von dem dahin führenden Fallrohre abzusperren. Es sind dazu dieselben Vorrichtungen in Gebrauch, welche bei den Klosetts Verwendung finden, nämlich Wasser- oder Geruchsverschlüsse. Die Fallrohre der Küchenausgüsse müssen, wenn sie auch zum Fortführen von festeren Unreinigkeiten dienen sollen, eine Weite von 10 cm erhalten und es muss besondere Vorsicht angewendet werden, um sie gegen das Einfrieren zu schützen. An der Außenwand des Gebäudes sollten sie deshalb niemals herabgeführt werden, da dort das Einfrieren nicht zu vermeiden ist und zu den lästigsten Störungen Veranlassung gibt. Erlaubt es der Raum nicht, Rohre von so großer Weite anzunehmen, so können auch engere, 5 cm weite, verwendet werden; aber dann ist es durchaus nötig, um ein Verstopfen zu vermeiden, an der Ausgussmündung die gröberen

Unreinigkeiten durch eine siebartige Öffnung zurückzuhalten. Spülbecken werden auch manchmal statt der Waschtische angewendet und zwar mit einem Hahn darüber und einem Abflussrohr, das am besten aus Eisen gemacht wird. Je nach der Örtlichkeit erfolgt dann die Ausführung in mehr oder weniger reicher Ausstattung aus Porzellan, Glas, verziertem Zinkguss und dergl.

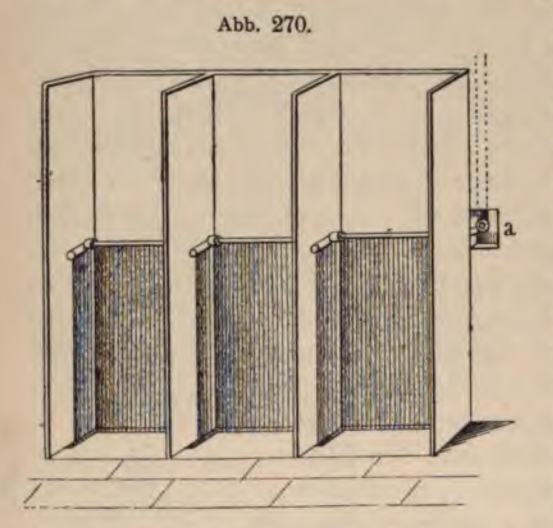
Bei der Einrichtung von Waschtischen mit Wasserleitung ist zweierlei zu berücksichtigen: einmal die Wasserzuführung und dann das Wegbringen des gebrauchten oder überflüssigen Wassers. Die Zuführung erfolgt hier entweder unmittelbar aus der Hauptleitung des Hauses oder aus einer Nebenleitung, welche ihr Wasser aus einem Vorratsgefäße erhält. Für die Waschtische wird übrigens seltener ein eigenes Vorratsgefäß angelegt, da ihre Benutzung weit beschränkter ist als jene der übrigen Spülvorrichtungen. Die Abführung des gebrauchten oder schmutzigen Wassers erfolgt in den meisten Fällen durch ein Bleirohr, welches mit der tiefsten Stelle des Beckens verbunden ist und in die nächste größere Abführungsröhre, sei es die eines Küchenausgusses oder eines Wandbeckens führt. Die Einflussöffnung in dieses Rohr ist mit einem Deckelventile bedeckt, welches geöffnet wird, wenn das Wasser ablaufen soll. Der Waschtisch kann die Form eines viereckigen oder halbkreisförmigen Schränkchens haben und muss an der vorderen Seite mit einer Tür versehen sein, damit man bei Ausbesserungen an die Leitung gelangen kann. Bekommt der Waschtisch seine Stelle so nahe an der Wand, dass sein Becken nur wenige Zentimeter von dieser entfernt ist, so muss noch ein Schutzblech angebracht werden, um Spritzwasser für die Wand unschädlich zu machen. Diese Einrichtung zeigt aber den Übelstand, dass, wenn der Wasserzufluss abzusperren vergessen wurde, das Becken überlaufen kann. Um dies zu verhüten wird ein immer offener Abfluss am oberen Rande des Beckens angelegt und durch ein Bleirohr mit dem am Boden des Beckens befestigten eigentlichen Abflussrohre verbunden. Stets müssen die Abflussöffnungen der Becken mit einer siebartigen Vorrichtung, also z. B. entweder mit einem Stücke Metalltuch oder durchlochten Bleches abgedeckt sein, um etwa in das Becken gefallene Gegenstände (Ringe und andere Schmuckstücke) von den Röhren fern zu halten und um die Verunreinigung dieser durch Seifenstückchen oder gröbere Schmutzteile zu vermeiden.

Abb. 269.

Die Spülvorrichtungen für die Pissoirs sind wesentlich zu deren Reinhaltung bestimmt. Für Wohnhäuser kann man Becken von starkem grünen Glase oder von Porzellan wie Abb. 269 zeigt, benutzen. Der Rand besteht manchmal aus Holz und schützt das dann rund um das Becken laufende durchlöcherte Spülrohr von Blei gegen Beschädigungen. Statt dieses Rohres wendet man neuerdings Hähne an, so dass die Spülung nicht rundum sondern nur von einer einzelnen Stelle des Beckens aus erfolgt. Das Ableitungsrohr ist meist von Gusseisen; es muss von festem Stoffe sein, da es frei steht und der Beschädigung ausgesetzt ist. Für Gasthöfe, Bahnhöfe usw. eignen sich besser Stände wie sie in Abb. 270 abgebildet sind. An der Rückenwand und einem Teile der Seiten-

wände der einzelnen, beispielsweise aus Schieferplatten gebildeten Abteilungen läuft ein 2 cm weites Rohr herum, welches nach dem Fußboden hin mit kleinen $2^1/_2$ bis 3 cm voneinander stehenden Öffnungen versehen ist. Der Fußboden jeder einzelnen Abteilung ist nach der Rückwand zu etwas abschüssig; außerdem ist in ihm an der Rückwand und den beiden Seitenwänden ein etwa 10 cm breiter, 12 bis 15 cm tiefer, mit runder Sohle versehener Kanal von glasiertem Steinzeug oder Porzellan angebracht. Der Fußboden hat Asphalt- oder Zementbelag. Das Zuleitungsrohr, welches das Wasser entweder unmittelbar aus der Leitung oder aus einem Vorratsgefäße erhält, liegt in der Wand und hat einen Verschlusshahn a mit abnehmbarem Schlüssel. Damit kann nach dem Gebrauche der Wasserzufluss abgesperrt werden; also zunächst nachts und dann zu den Zeiten, wo der Gebrauch der Anlage nicht zu erwarten steht. Außerdem kann jedoch auch jede einzelne Abteilung durch einen Hahn, der mit demselben Schlüssel bewegt wird, abgestellt werden. Es ist dadurch möglich eine, zwei und mehr Abteilungen, mit der letzten beginnend, abzusperren. Sind die Verschlusshähne geöffnet, so läuft fortwährend Wasser in vielen dünnen Strahlen, die Wände und die Kanäle im Fußboden spülend, aus dem Rohre und fließt durch geeignet angebrachte Öffnungen ab. Die durchlöcherten Leitungsrohre bestehen hierbei meist aus Schmiedeeisen, da dieses gestattet, enge Rohre anzunehmen und größere Sicherheit gegen zufällige und mutwillige Beschädigung bietet.

Abb. 270.



Die Spülvorrichtungen für die Abtritte sind, abgesehen von einzustreuenden Chemikalien, das einzige Mittel, die Abtritte geruchlos zu erhalten, denn das Abführen der Luft aus dem Abtritte nach einem naheliegenden Schornsteine oder durch eine besondere Dunstleitung ist auch an verschiedene Bedingungen geknüpft, die nicht immer erfüllt werden. Die Reinhaltung des Beckens und der Abfallrohre, sowie die Vermeidung des Verstopfens derselben ist nur durch Wasserspülung zu erreichen. Außer dem Spülen dient auch der schon erwähnte Wasserverschluss zur Abhaltung des üblen Geruches.

Das Abfallrohr für einen Sitz sollte nie unter 10 cm lichter Weite haben, der Querschnitt des Hauptrohres muss entsprechend weiter sein. Die Rohre bestehen entweder aus Gusseisen oder, wie jetzt meist, aus glasiertem Steinzeug.

Bei der Anlage ist zu berücksichtigen, dass die Rohre nicht weniger als 45° Neigung und keine scharfen Biegungen haben, sowie dass sich beim Zusammensetzen der Rohre im Innern keine Vorsprünge bilden und keine Dichtungsstoffe ansetzen; denn dadurch entstehen die gefürchteten Verstopfungen der Rohre. Gut ist es, wenn an den Biegungsstellen verschließbare Ausputz-

löcher angebracht werden. Die Abbildungen 271 und 272 zeigen Sitze älterer Konstruktion mit Wasserspülung und Wasserverschluss. Der Hals des trichterförmigen Topfes ist in ein Becken eingetaucht, welches sich durch die Wasserleitung mit Wasser füllt. Das Becken steht seitlich mit dem Fallrohre durch einen Ausfluss in Verbindung. Der Unrat fällt in das Wasser und taucht beim Spülen jenseits des Halses in dem unteren Becken auf, aus dem er bei fortgesetztem Gebrauche in das Fallrohr hinabgespült wird. Mittels des Hahnes a (Abb. 271) kann man Topf und Becken spülen und das Wasser erneuern. Bei dieser Einrichtung verhindert der luftdichte Wasserverschluss, dass üble Dünste aus dem Fallrohre in das Becken treten; er bietet nur eine kleine Oberfläche dar, von welcher Ausdünstungen in den Abtrittsraum treten können. Bei häufigem Wechsel des Wassers sind diese Abtritte wirklich geruchlos, haben jedoch, wenn die Becken nicht sehr tief sind, den Übelstand, dass beim Einfallen des Unrates in das Becken das Wasser bis an den entblößten Körperteil des Sitzenden aufspritzt. Um dieses Aufspritzen zu vermeiden, hat man der S-förmig gebogenen Röhre eine solche Gestalt gegeben, dass die Wasseroberfläche möglichst seitlich unter der Einfallmündung liegt (Abb. 271) und außerdem diese selbst bis auf möglichst enge Grenzen zusammengezogen. Immer bleibt aber auch bei dieser Einrichtung ein Übelstand bestehen; es setzen sich nämlich in der tiefsten Stelle des S-förmigen Rohres feste Teile des Unrates an und verengen den Durchgang, so dass häufig eine Reinigung stattfinden muss. Besonders lästig ist dieses im Winter, wo dann zur Reinigung meist heißes Wasser verwendet werden muss. Zur Reinigung besser geeignet ist eine Einrichtung mit beweglichem Sitzbrette und offenem Unterbecken. Die Sitze sollen zum Abnehmen sein und auch die Vorderwand muss sich öffnen lassen, damit beim Vorkommen einer Unregelmäßigkeit diese leicht beseitigt werden kann. Auf gute Befestigung und Dichtung des Wasserschlusses sowohl als auch des mechanischen Schlusses am Kasten muss besondere Sorgfalt verwendet werden.

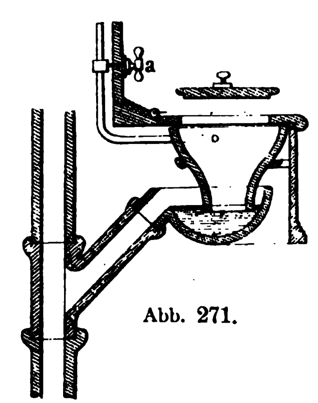


Abb. 271.

Abb. 273 zeigt ein freistehendes Klosett, wie es neuerdings vielfach benutzt wird. Das Klosett besteht aus Porzellan oder einem ähnlichen Stoffe und ist meist mit einem aufklappbaren Holzsitz versehen, durch dessen Aufklappen das Klosett in ein Pissoir verwandelt werden kann. Die Spülung erfolgt durch den unmittelbar unter dem Sitze angebrachten Stutzen und zwar meist von einem Wasserbehälter aus, der an der Wand des Abtrittsraumes nahe unter der Decke desselben angebracht ist. Durch einen Zug an einem von diesem Behälter herabhängenden Kettchen wird die Spülung in Tätigkeit gesetzt. Die Einrichtung der Behälter ist sehr verschieden, alle aber haben ein durch eine Schwimmervorrichtung abstellbares Einlaufventil.

Abb. 272.

Abb. 274 mag als Beispiel für eine solche Einrichtung dienen. Bei derselben befindet sich im Wasserkasten ein oben trichterförmig ausgeweitetes Einfallrohr für das Spülwasser. Über dieses ist eine Glocke gestürzt, deren unterer Boden den zylindrischen Teil des Einfallrohres ziemlich dicht umschließt, so dass

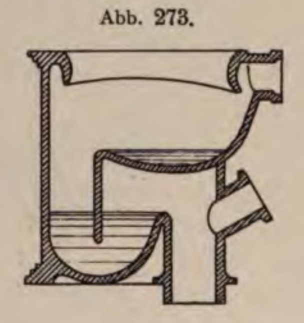


Abb. 273.

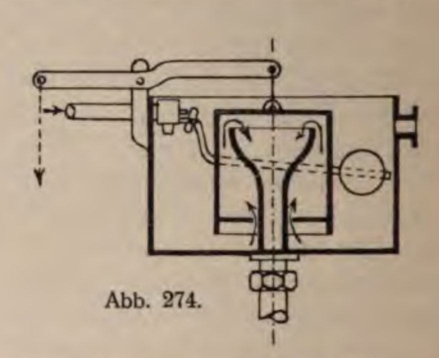


Abb. 274.

zwischen ihm und dem Rohre nur eine schmale ringförmige Öffnung bleibt, durch welche das Wasser einströmen kann. Beim Aufheben der Glocke, das immer mit einem gewissen Rucke geschieht, wird Wasser gehoben und es bildet sich über diesem ein luftverdünnter Raum, so dass Wasser nachströmen kann, welches über den Trichterrand in das Spülrohr hineinstürzt. Hierbei sinkt der Wasserspiegel im Kasten und mit ihm auch die Schwimmerkugel, die dann das Eintrittsventil öffnet und den Kasten wieder füllt. Da das Ventil versagen und den Wasserzufluss nicht rechtzeitig absperren kann, so ist es geraten, ein Überlaufrohr anzubringen, wie auch in der Abbildung angedeutet ist. Bei allen diesen Einrichtungen wird die Spülung manchmal vergessen, was unter Umständen unangenehme Folgen hat. Um dies zu verhüten, werden die Spülvorrichtungen manchmal selbsttätig gemacht.

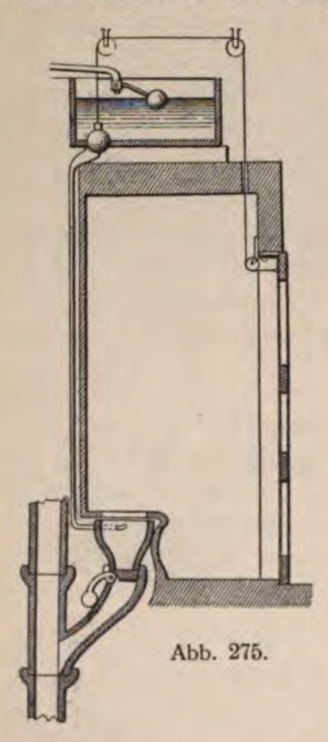


Abb. 275.

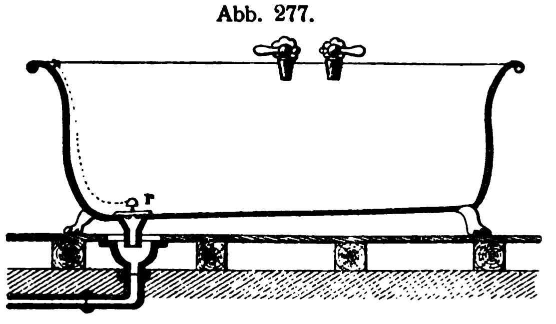
Die Abbildung 275 zeigt die einfache Einrichtung eines solchen selbstspülenden Wasserklosetts in seiner allgemeinen Anordnung. Über einer Zwischendecke des Klosettraumes ist dabei ein Wasservorratsgefäß aufgestellt, dessen Abflussöffnung eine Metallkugel schließt. Ein Ketten- oder Schnurzug führt von dieser Kugel aus über drei Rollen nach der Abtrittstür. Sobald sich die Tür öffnet, hebt sich die Kugel und lässt einen Wasserstrahl in das Becken stürzen. Ihr Eigengewicht, das ziemlich groß sein muss, lässt sie wieder herabsinken und Tür und Wasserrohr gleichzeitig schließen. Das Wasser spült das Becken vor der Benutzung aus und entweicht, je nach seiner Menge, ganz oder teilweise durch die selbsttätige Klappe des Beckens. Dieses ist also während der Benutzung inwendig noch bespült und unten mit Wasser gefüllt;

s lässt daher den Unrat nicht an seine Wände anhängen und wird vollständig ;eleert und gereinigt, sobald der Besucher den Abtritt verlässt und mit der Tür ugleich das Wasserrohr öffnet. Ein neuer Wasserstrahl durchspült dann das 3ecken; der Druck des Unrates und des Wassers öffnet die Klappe und führt lie Masse nach dem Fallrohre, dessen Geruch durch die selbstschließende Klappe vom Abtritte abgehalten wird. Die Tür des Abtrittes muss leicht beveglich und das Gegengewicht so schwer sein, dass die Reibung der Rollen md der Türbänder überwunden und die Tür stets zugehalten wird. An Stelle ler selbsttätigen Klappe kann natürlicherweise eben so gut ein Wasserverschluss vie in Abb. 271 und 272 angewendet werden. Besondere Vorsicht muss auf lie Rollen verwendet werden, damit das Überspringen der Schnur oder Kette vermieden wird. Abb. 276 zeigt eine Rolle mit der zu diesem Zwecke angebrachten Vorrichtung. Die Gabelarme, in welchen die Welle der Rolle läuft, sind verlängert und tragen eine den vierten Teil des Rollenumfanges überdeckende Kappe, deren Höhlung tief genug sein muss, um die Schnur oder Kette gut führen zu können.

Abb. 276.

Auch über die an die Hausleitungen angeschlossenen Badeeinrichtungen mögen hier noch einige Worte folgen. Eine solche Einrichtung darf von den Schlafzimmern nicht zu entfernt liegen. Man gibt der Badewanne für einen erwachsenen Menschen eine mittlere Länge von 1,6 m bei einer Breite von 60 bis 70 cm oben und 47 bis 50 cm unten, mit einer Höhe von 63 cm. Angefertigt werden die Wannen aus Zinkblech, Marmor, glasierten Kacheln, Gusseisen oder Holz; am meisten in Anwendung sind Zinkwannen. Die Aufstellung der Wannen geschieht am besten und für die Benutzung am bequemsten über dem Fußboden oder nur wenig in denselben eingelassen. Liegt dagegen die Oberkante der Wanne in Fußbodenhöhe, so hat man ein unbequemes Einsteigen, wenn nicht einige Stufen dasselbe erleichtern.

Abb. 277.



Die Abb. 277 veranschaulicht eine tragbare Badewanne von Zinkblech. Die Zuführung des kalten und warmen Wassers erfolgt durch messingene Hähne und der Abfluss des gebrauchten Wassers durch den trichterförmigen Ablauf r. Derselbe ist durch ein eingelötes, mit kegelförmig gedrehtem Deckel versehenes Ventil zu verschließen. Dasselbe kann mit der Hand oder mit einem Hakenstocke oder durch Ziehen an einem Kettchen geöffnet werden. Im Fußboden der Badestube ist eine trichterförmige Öffnung von Steinzeug angebracht, die in Verbindung mit einer Abfallrohrleitung steht und das us der Badewanne abfließende Schmutzwasser aufnimmt. Um das Umherspritzen lieses Wassers beim Ablassen der Badewanne zu vermeiden, lässt man das Abussrohr manchmal etwas in den Steinzeugtrichter eintauchen. Es hat dies aber ie Unannehmlichkeit, dass dann die Beine der Wanne kürzer sind als der Aus-

fluss, so dass die Wanne, wenn sie nicht gerade an ihrem richtigen Platze steht, keinen festen Stand hat. Durch Vergrößerung und namentlich Vertiefung des Steinzeugtrichters kann dem Übelstande abgeholfen werden, weil dann der Ausflussansatz an der Wanne kürzer werden darf. Nach dem Gebrauche kann die Wanne entfernt und die Abflussöffnung mit einem Deckel verschlossen werden. Hat man dann noch ein passendes Gerät, einen Tisch oder einen kleinen Schrank, welcher nach Entfernung der Wanne an deren Stelle gesetzt wird und die Zuflusshähne verdeckt, so kann eine derartige Einrichtung in jedem Zimmer eines Hauses angebracht werden. Ist es nicht möglich einen passenden Abfluss für das gebrauchte Badewasser herzustellen, so muss die Wanne nach dem Gebrauche natürlicherweise ausgeschöpft werden; in den meisten Fällen lässt sich der Abfluss jedoch ermöglichen. Zur Herstellung des warmen Wassers genügt zuweilen schon ein Waschkessel, der von der Küchenfeuerung mit geheizt hat.

Ist es wegen nicht häufigen Gebrauches oder aus örtlichen Rücksichten unrätlich, eine besondere Leitung für das warme Wasser anzulegen, so kann zur Not u. a. die in Abb. 278 dargestellte ältere Einrichtung Anwendung finden. Dieselbe gestattet den Gebrauch von kaltem oder erwärmtem Wasser, macht aber ein besonderes Badezimmer nötig. Die Wanne ist eingemauert und in der Mauerung sind Heizkanäle angelegt. Die Zuführung des kalten Wassers erfolgt unten an der tiefsten Stelle der Wanne durch ein Zuleitungsrohr e, welches

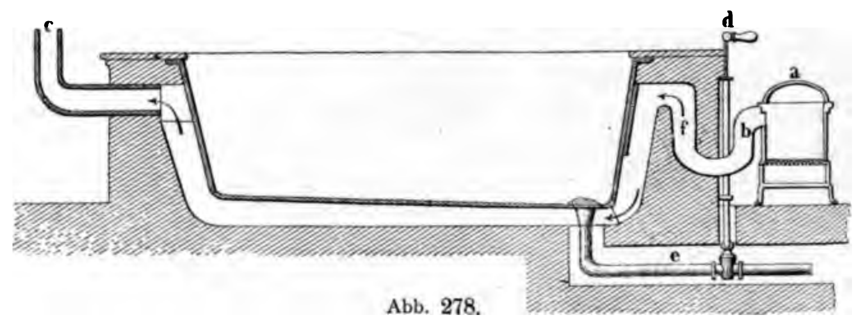


Abb. 278.

durch einen am oberen Rande der Wanne angebrachten Griff abgesperrt werden kann. Durch den Griff d wird ein Hahn gedreht, der so eingerichtet ist, dass er nicht nur den Zufluss, sondern auch den Abfluss öffnen und schließen kann. Der Hahn ist ein sogenannter Dreiweghahn, der nach einer Drehung um je 30°, bei der absperrenden Stellung angefangen, den Abfluss gestattet, dann den Zufluss bewirkt und in der dritten Stellung beides absperrt. Das Abfluss- und das Zuflussrohr zweigen vom Hahn rechtwinkelig ab und es kann dadurch das eine oder das andere mit dem Rohre e in Verbindung gesetzt werden. Ist die Wanne mit Wasser gefüllt, so erfolgt die Erwärmung desselben mittels des kleinen eisernen Ofens a; die heißen Gase oder die Wärme, wie man kurz zu sagen pflegt, wird von hier aus durch das Rohr abwärts und in die gemauerten Heizzüge geführt. Da wo der Zug f nach oben geht, verbreitert er sich allmählich bis zur Breite der Wanne, führt in dieser Breite nach dem Boden derselben und teilt sich dann, indem er durch eine Zunge getrennt wird, worauf er den Seitenwänden der Wand folgt. An der Rückenwand steigen die Züge

die Höhe, vereinigen sich wieder und geben den Rauch in das Rohr c,
lches ihn in den nächsten Schornstein führt. Durch den Ofen a kann das
dezimmer gleichzeitig mit erwärmt werden. Der obere Rand der Badewanne
mit Holz abgedeckt und kann als Sitzrand benutzt werden. Zum Reinigen
r Heizzüge müssen passende Reinigungsöffnungen angebracht sein. Äußer-
h wird die Wanne am zweckmäßigsten mit glasierten Kacheln bekleidet. Es
iss immer darauf geachtet werden, dass die Wanne vor dem Feueranzünden
t Wasser gefüllt ist, denn wenn auch so leicht kein Schmelzen des Zinkes
befürchten ist, so würde sich dasselbe doch werfen und in den Lötstellen
freißen. Um die Wanne möglichst vor der unmittelbaren Berührung mit der
amme zu bewahren, wird der Zug f S-förmig gelegt und die Wanne an der
ıeren Hälfte ihrer Vorderwand mit einer Tonplatte verkleidet. Auch die Heiz-
ge an den Wänden dürfen nicht höher hinaufreichen als der niedrigste Wasser-
and geht, damit das Blech an den vom Wasser nicht berührten Flächen nicht
ı heiß wird und der Badende keinen Verletzungen ausgesetzt ist.

An Stelle der eben besprochenen älteren Badeeinrichtungen benutzt man
tzt meist Einrichtungen, die gleich oder ähnlich wie die in Abb. 279 dar-
estellte angelegt sind. Der Heizofen besteht dabei aus einem dichtgeschlossenen
ylindermantel, welcher über dem Roste r aufgestellt ist. Im Innern des
antels befinden sich drei Heizrohre 1, 2 und 3, welche die Heizgase durch-
hen müssen, ehe sie nach dem Schornsteine geführt werden. Zwischen dem
antel und den Rohren
der Ofen mit Wasser
füllt, welches durch
Heizung erwärmt
rd. Von der Haus-
sserleitung h gehen
ei Zweigrohre nach
n Verschraubungen
Br, und W. Aus
wird kaltes Wasser
rch das Rohr a un-
ttelbar in die Wanne
führt; von W aus
langt kaltes Wasser
urch das Rohr b,
elches nahe dem
oden des Mantels
ündet, in den Ofen,
es erwärmt wird,
dann durch c der
anne zugeführt zu

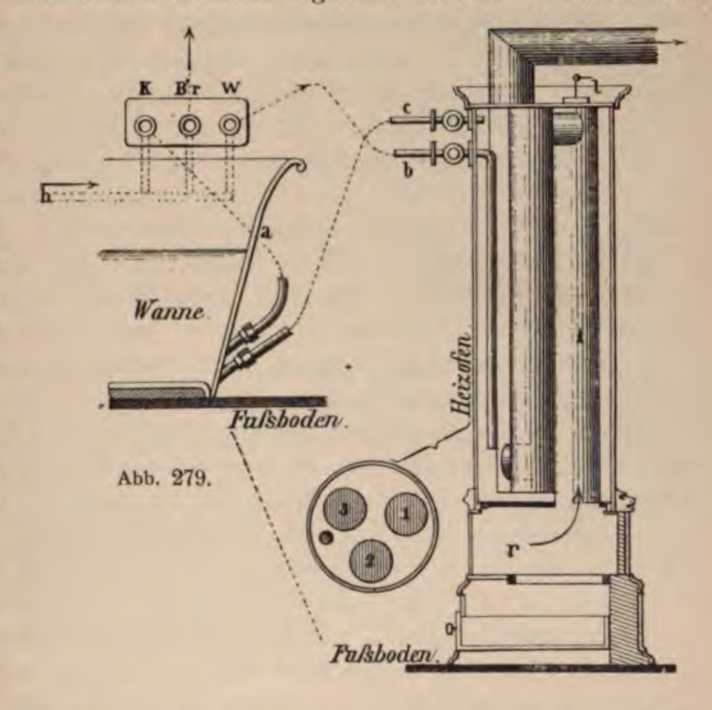


Abb. 279.

rden. Ist die erste Füllung des Ofens erwärmt, so wird c geöffnet und das
rme Wasser tritt aus dem oberen Teile des Ofens in die Wanne. c bleibt
hrend der Benutzung der Badeeinrichtung offen, so dass auch sich etwa

bildende Dämpfe in die Wanne eintreten können und b wird so oft geöffnet, als die Füllung der Wanne erfordert. Auf dem Deckel des Ofens ist ein Luftventil l angebracht. Das Rohr an der Verschraubung Br über der Wanne führt nach der Brause. Der Ablass des Wassers aus der Wanne geschieht wie in der Abb. 277. Wenn das warme Wasser in der durch Abb. 277 veranschaulichten Weise der Wanne zugeführt wird, entwickeln sich im Baderaume mehr Dämpfe, als wenn das warme Wasser am Boden der Wanne einmündet, nachdem man schon einige Zentimeter hoch kaltes Wasser hineingelassen hat.

Dem Zwecke dieses Buches entsprechend, konnten in Vorstehendem nur einige wenige, einfache Beispiele von Anlagen zur Benutzung des Wassers von Hauswasserleitungen besprochen werden. Eine ausführlichere, durch zahlreiche Abbildungen erläuterte Behandlung derselben findet man in dem vorzüglichen Werke von Prof. Adolf Opderbecke: Die allgemeine Baukunde (Verlag von Bernh. Friedr. Voigt in Leipzig).

Schließlich mag hier noch eine jetzt zwar seltener anzutreffende, aber doch noch ganz beachtenswerte Benutzung der Hauswasserleitungen erwähnt werden, nämlich die zur Einrichtung von Kühlräumen. Dieselben dienen dazu, Speisevorräte im Sommer vor dem Verderben zu bewahren, ohne sie jedesmal über mehrere Treppen in den Keller tragen zu müssen. Gewöhnlich erhalten sie ihren Platz in der Speisekammer oder an einer Stelle in der Küche, wo sie vor der strahlenden Wärme des Küchenherdes geschützt sind. Die Einrichtung dieser sogenannten Wasserkühlschränke ist ebenso wie ihre Größe sehr verschieden und hat sich ganz nach dem jeweiligen Bedürfnisse zu richten. Die am meisten vorkommenden Größen haben einen benutzbaren Raum von 60 bis 100 Litern. Die Abkühlung wird durch fortwährend frisch zugeführtes Wasser bewirkt. Wenn man diese Schränke in eine Leitung einschaltet, aus der häufig Wasser entnommen wird, so wechselt das Kühlwasser beständig und hält die Temperatur des Schrankes fast immer ebenso niedrig, wie die Temperatur des Wassers in der Leitung. Häufig benutzt man auch noch die Verdunstung des Wassers zur Abkühlung. Man lässt dabei Wasser in vielen feinen Strahlen auf die Schrankwände ausfließen, an die es sich in Tropfen ansetzt und ihnen beim Verdunsten Wärme entzieht. Ein Eisschrank kann durch eine derartige Vorrichtung selbstverständlich nicht ersetzt werden; da aber das Wasser, wenn die nötige Reinlichkeit beobachtet wird, nachher noch für andere Zwecke in der Hauswirtschaft verwendbar ist, so verdient die Einrichtung immerhin einige Beachtung in solchen Fällen, in denen die Beschaffung von Eis schwierig ist.

Eingehender als es in dem vorliegenden Buche angebracht schien, sind die Hausleitungen in dem Werke von W. Beilstein: „Die Wasserleitung im Wohngebäude", Leipzig, Bernh. Friedr. Voigt behandelt.

Über die Ausführung der Hausleitungen und Hausanschlüsse sind in verschiedenen Orten besondere Bestimmungen erlassen worden. Die für die Stadt Freiberg in Sachsen geltenden mögen als Beispiel hier folgen.

Vorschriften
über die
Haus-Wasserleitungen
vom 24. April 1906.

Veröffentlicht im Mai 1906 mit Polizeibekanntmachung.

§ 1. Für die Abgabe von Wasser aus den städtischen Wasserleitungen ist die „Wasserleitungsordnung für die Stadt Freiberg" vom 9. Juli 1904 maßgebend.

§ 2. Anmeldung. Vor Beginn der Herstellung von Neuanlagen und größeren Erweiterungen an den Wasserleitungseinrichtungen im Anschluss an das städtische Wasserwerk hat der Grundstückseigentümer unter Benutzung des darüber aufgestellten Vordrucks (A) die Genehmigung der städtischen Wasserwerksverwaltung einzuholen.

Der schriftliche Antrag muss enthalten:

1. Name und Wohnort des Grundstückseigentümers und des mit den Arbeiten betrauten selbständigen Installateurs;
2. Lage der Zuleitung in Bezug auf die Vorderseite des Grundstücks unter Ausfüllung der im Vordruck angegebenen Handskizze;
3. Anzahl der Wasserentnahmestellen (Zapfhähne, Wasserklosetts, Pissoirs, Badeeinrichtungen, Springbrunnen usw.).

Erst nach schriftlicher Erlaubnis seitens der Wasserwerksverwaltung darf mit der Ausführung der Arbeiten begonnen werden. Der Arbeitsbeginn ist der Verwaltung (auf Vordruck B) anzuzeigen.

§ 3. Weiten der Anschlussleitungen. In der Regel ist erforderlich bei einer Anlage

bis zu 3	Zapfstellen	von 10 mm l. W.	ein Zuleitungsrohr	von 15 mm l. W.,
» » 10	»	» 10 » » »	»	» 20 » » »
von 10 bis 20	»	» 10 » » »	»	» 25 » » »
» 20 » 40	»	» 10 » » »	»	» 30 » » »
» 40 » 60	»	» 10 » » »	»	» 40 » » »
» 60 und mehr	»	» 10 » » »	»	» 50 » » »

Die Weite der Rohre kann in besonderen Fällen von der Wasserwerksverwaltung vorgeschrieben werden. Bei Bestimmung der Rohrweiten ist auf die Größe des mutmaßlichen Wasserverbrauchs und auf die Länge des Zuleitungsrohres Rücksicht zu nehmen.

§ 4. Beschaffenheit der Rohre und Dichtstellen. Für die Hausleitungen sind im allgemeinen nur Zinnrohre mit Bleimantel (Mantelrohre) zulässig, die folgende Mindestgewichte aufweisen:

13 mm	Lichtweite	das	laufende	Meter	3,0	kg
20 »	»	»	»	»	4,8	»
25 »	»	»	»	»	6,25	»
32 »	»	»	»	»	8,0	»

Das Zinnrohr muss aus reinem Zinn ohne jeden Bleizusatz gefertigt sein und darf nicht unter $^1/_2$ mm Wandstärke aufweisen.

Die Verbindungsstellen sollen möglichst nicht durch Lötung, sondern mit Hilfe von Verschraubungen und Umbördelung der Rohrenden hergestellt werden.

Nur wenn diese Ausführung besonderen Schwierigkeiten begegnet, wird die Lötung nachgelassen. Solchenfalls ist auf die Herstellung der Lötstellen besondere Sorgfalt zu verwenden, damit das Zinnrohr an der Lötstelle nicht beschädigt wird. Das Lot darf nur mittels des Lötkolbens und unter Verwendung von Kolophonium auf die Lötstelle gebracht werden. Die Benutzung der Lötlampe, des Wasserstoffgebläses oder anderer Stichflammen zum Löten der Mantelrohre ist streng verboten.

Seitliche Abzweigungen von einer Rohrleitung dürfen keinesfalls unmittelbar auf das Rohr aufgesetzt werden, sondern sind durch Einfügung von T-Stücken aus Rotguss oder Zinn herzustellen. Auch für die hierbei vorkommenden Verbindungsstellen gelten die Vorschriften der vorhergehenden Absätze.

Für Hausleitungen, deren lichte Weite 40 mm oder mehr beträgt, sind normale, gusseiserne, innen und außen asphaltierte Muffenrohre zu verwenden, deren Muffen mit Hanfstrick und eingestemmtem Weichblei zu dichten sind.

Bei Leituungen, deren Wasser dem menschlichen Genusse nicht dient, sind Rohre aus anderem Material, aber erst nach erfolgter ausdrücklicher Genehmigung der Wasserwerksverwaltung, zulässig. Der Antrag auf diese Genehmigung ist vom Hauseigentümer schriftlich bei der Wasserwerksverwaltung zu stellen.

§ 5. Beschaffenheit der Hähne. Die Zapfhähne, Klosetthähne und alle Anschlussvorrichtungen müssen so beschaffen sein, dass durch sie keine Rückschläge auf die Rohrleitungen hervorgerufen werden. Es sind nur Niederschraubventile aus Messing oder Rotguss zulässig, welche mit Drehung von links nach rechts schließen.

Unter jedem Zapfhahne in den Gebäuden soll sich in der Regel eine Abflussvorrichtung befinden, welche imstande ist, so viel Wasser abzuführen, als durch den voll geöffneten Hahn zufließen kann.

Selbsttätige Hähne sind nur als Schwimmkugelhähne bei Hauswasserbehältern zu verwenden und müssen für den Fall des Versagens eine besondere Absperrvorrichtung haben.

§ 6. Anbringung der Rohre. Die Rohre sind steigend entweder frei auf die Wand oder in eine rinnenförmige Aussparung, welche mit einer leicht abnehmbaren Verkleidung verdeckt wird, zu verlegen. Horizontalleitungen sind gegen Biegungen zu schützen. Nur in Ausnahmefällen dürfen die Rohre in die Mauer gelegt, jedoch auch dann nicht überputzt werden.

Rohrleitungen nnd Zapfstellen sind möglichst in Räume zu legen, in denen weder ein Einfrieren, noch eine Beschädigung durch äußere Einflüsse zu befürchten ist. Die Verlegung auf Außenwände ist zu vermeiden. Rohrleitungen, die außerhalb der Gebäude in die Erde gelegt werden, müssen eine Deckung von mindestens 1,20 m erhalten.

Von der Hauptverteilungsleitung abzweigende Nebenleitungen (Steigeleitungen) müssen mit Absperr- und Entleerungsvorrichtung versehen sein, sofern sie mehr als zwei Wasserentnahmestellen haben; auch empfiehlt es sich, die an

der höchsten Stelle solcher Leitungen anzubringenden Zapfhähne zur Vereinfachung des Entleerens mit einem Luftventile zu versehen.

Nach außen führende Nebenleitungen und solche, welche durch der Frostgefahr ausgesetzte Räume führen, sind stets absperr- und entleerbar einzurichten. Wo Mantelrohre durch Gewölbe, Decken und Dielen geführt werden müssen, ist es zweckmäßig, sie mit eisernen Rohren zu umhüllen.

§ 7. Anbringung der Wassermesser und Hähne. Die Wassermesser, die Privatabsperr- und Entleerungsvorrichtungen werden im Innern der Gebäude (Keller) unmittelbar hinter der Frontmauer an einer leicht zugänglichen Stelle angebracht. Es gilt dies auch für den Fall, dass Vorgärten vorhanden sind. Befinden sich in den Vorgärten Wasserentnahmestellen, oder sind unbebaute Grundstücke mit Wasser zu versorgen, so sind die Wassermesser nebst den Absperr- und Entleerungsvorrichtungen in wasserdichten Schächten unterzubringen, welche im Lichten mindestens 1 m lang, 0,75 m breit und 1,60 m tief sein müssen. Die Einsteigeöffnungen müssen wenigstens 0,60 m im Gevierte groß sein und sollen die Schächte zum bequemen Einsteigen Steigeisen enthalten. Für Wassermesser von mehr als 30 mm l. W. sind die Schächte entsprechend größer herzustellen. Der Wasserwerksverwaltung ist solchenfalls vor der Errichtung des Schachtes ein Plan zur Genehmigung vorzulegen.

Zapfhähne im Freien sind so zu schützen, dass ein Einfrieren nicht stattfinden kann (Durchlaufventile mit Entleerung in besonderen Schächten, Druckständer, Hofhähne).

§ 8. Wasserbehälter. Für die Spülung der Klosettanlagen sind die Wasserbehälter mit Schwimmerventil und Überlaufsrohr anzulegen; bei Pissoiranlagen ist dies zu empfehlen. Die Einmündung des Schwimmerventils in den Wasserbehälter ist oberhalb des höchsten Wasserspiegels anzuordnen. Das Spülfallrohr bei Klosettanlagen muss mindestens 30 mm lichte Weite haben, um eine ausreichende Spülung zu gewährleisten. Die unmittelbare Speisung von Dampfkesseln, Kondensatoren und ähnlichen Anlagen aus der Wasserleitung ist nicht gestattet. Vielmehr sind für diese Zwecke Wasserbehälter anzuordnen.

§ 9. Prüfung während der Ausführung und Abnahme. Die Verwaltung der städtischen Wasserwerke hat das Recht, die Ausführung der Leitungsanlagen zu überwachen. Den Weisungen des beauftragten Beamten ist Folge zu geben.

Nachdem die gesamte Bewässerungsanlage in allen Teilen fertiggestellt ist, ist dies mit Vordruck (C) anzuzeigen.

Der Zeitpunkt der Abnahme wird dem Grundstückseigentümer oder dessen Beauftragten von der Wasserwerksverwaltung mitgeteilt. Die Prüfung der Anlage auf ihre vorschriftsmäßige Ausführung und die Abnahme hat in Gegenwart des Installationsmeisters zu erfolgen. Sie geschieht durch einen Beamten der Verwaltung und werden dabei die fertigen Leitungen mit 10 Atmosphären Wasserdruck geprüft. Jede Undichtigkeit oder vorschriftswidrige Ausführung ist nach Aufforderung zu beseitigen. Die Verbindung mit dem öffentlichen Straßenrohre wird erst hergestellt, nachdem alle Anstände gehoben sind.

Die bei der Abnahme erforderliche Arbeitshilfe hat der Installateur zu gewähren, auch hat er die mit dem gesetzlichen Manometer-Kontrollstutzen versehene Druckpumpe und andere notwendige Gerätschaften zu stellen. Die Pumpe kann auch von der Wasserwerksverwaltung gegen eine Gebühr von 1 Mark geliehen werden.

Die erste Abnahme erfolgt kostenlos, ist eine zweite oder mehrmalige Abnahme erforderlich, so wird für jede derartige Abnahme eine Prüfungsgebühr von 3 Mark erhoben.

§ 10 Zuwiderhandlungen. Für die Befolgung dieser Vorschriften ist der Eigentümer des Grundstücks allein verantwortlich. Die Verwaltung des städtischen Wasserwerks ist berechtigt, in allen Fällen, in denen die Einrichtungen diesen Vorschriften nicht entsprechen, bis zur Erfüllung der deshalb erlassenen Auflagen die Wasserabgabe aus dem städtischen Rohrnetze vorzuenthalten. Ob diese Vorschriften auf bereits bestehende Wasserleitungseinrichtungen anzuwenden sind, bleibt besonderer Bestimmung vorbehalten.

Von Bedeutung ist in dieser Hinsicht auch der folgende Erlass des Rates der Stadt Leipzig vom 14. Februar 1906.

§ 1. Badewannen, Abtrittsbecken, Wasch- und Spülgefäße und sonstige aus der Trinkwasserleitung gespülte oder gespeiste Anlagen, sowie Grundablässe sind so einzurichten, dass aus ihnen ein Rückfließen oder Rücksaugen von Flüssigkeiten oder anderen Stoffen in die Reinwasserleitung ausgeschlossen ist. Es ist deshalb ihr unmittelbarer Anschluss an die Wasserleitung verboten. Der Einbau von Rückschlagventilen in die Zuleitung genügt nicht, um die Gefahr des Rücksaugens zu beseitigen. Zur Wasserspülung bei Abtritten dürfen zunächst nur Spülkästen verwendet werden. Bei diesen Spülkästen, sowie bei Badewannen, Waschbecken, Spülwannen und ähnlichen Anlagen muss der Wassereinlauf mindestens 2 cm über der Oberkante des Gefäßes liegen. Bei Spülwannen für Schankwirtschaften genügt eine Düse, die oberhalb des Wasserspiegels mündet und keinen besonderen Hahn besitzt. Der Hahn für das im Wasser ausmündende Spülrohr muss auch jene Düse an- und abstellen. Die Entleerungsöffnungen der Grundablässe (Haupthähne mit Entleerung) müssen in Kellern oder Gruben mindestens 10 cm über der Sohle angebracht sein. Die Gruben müssen gegen den Einlauf von Regen- und Schmutzwasser gesichert sein. In die Zuflussleitung der Wasserstrahlpumpen, die zur Hebung unreiner Wässer dienen, sind Absperrventile, die gleichzeitig als Rückschlagventile wirken, einzubauen.

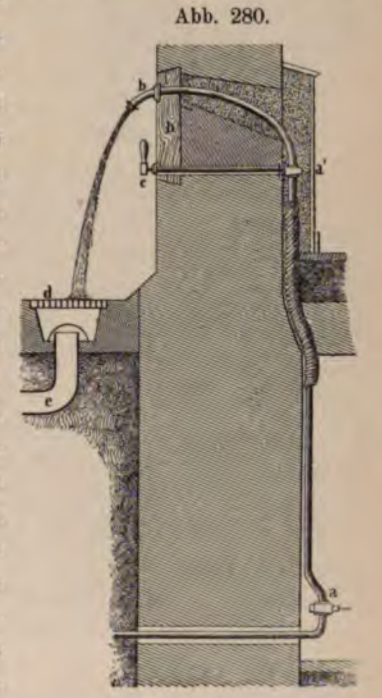
§ 2. Für bereits bestehende Anlagen und Einrichtungen treten die Vorschriften des § 1 nach 3 Jahren und vorher schon dann in Wirksamkeit, wenn wesentliche Änderungen an den Anlagen und Einrichtungen vorgenommen oder notwendig werden. Bei den bereits vorhandenen Abtritten mit Wasserspülung oder Spülkästen genügt jedoch die Anbringung eines Rohrunterbrechers, der zwischen dem Spülventil und dem Abtrittsbecken so eingebaut werden muss, dass beim Schließen des Hahnes oder beim Entleeren der Wasser-

leitung Luft eintritt, dass aber auch eine genügende Spülung gewährleistet ist. Die Luftöffnung in dem Rohrunterbrecher muss gegen Verunreinigung geschützt sein und sich mindestens 20 cm über der Oberkante des Abtrittsbeckens befinden. Als Rohrunterbrecher dürfen nur vom Rate genehmigte Apparate verwendet werden.

Leitungen für Hof und Garten.

Da, wo man auf dem Hofe eine Zapfstelle haben will, wendet man häufig eine der in Abb. 280 dargestellten gleiche oder ähnliche Auslaufvorrichtung an. Wie bei jeder anderen Hauswasserleitung wird ein Rohr an der Innenseite einer Mauer hochgeführt und vom Keller aus gut mit Stroh, Häcksel und dergl. verpackt. In einem hölzernen Bohlenstücke h, welches in die Mauer eingelassen ist, findet der Schlüssel c für den Abstellhahn a' seine Befestigung, ebenso wie die Mündung b des Rohres, die so anzuordnen ist, dass sie nicht senkrecht über c steht. d ist ein eisernes Gitter und liegt auf dem gemauerten Becken, aus dem das Wasser durch das Rohr e abgeführt wird. Letzteres ist noch mit einer durchbohrten Glocke überdeckt, durch welche Sand und Schmutz möglichst zurückgehalten werden soll. Der Hahn a dient als Entleerungshahn; die Mündung b kann ein Schraubengewinde haben, um einen Schlauch zum Spritzen daran befestigen zu können.

Abb. 280.



Zur Gartenbewässerung bringt man Hydranten, wie sie bereits beschrieben wurden, an die Rohrleitung. Solche Sprenghähne oder Gartenhydranten werden auch in gleicher oder ähnlicher Gestalt, wie sie Abb. 281 in der Ansicht und 282 in einem Schnitte darstellen, ausgeführt. Dieselben werden auf ein Rohr geschraubt und mit einer Straßenkappe verdeckt. Nach Aufschrauben eines Schlauches wird mittels eines Schraubenschlüssels die Mutter a gedreht, wodurch sich der Ventilteller hebt, so dass das Wasser allmählich in den Schlauch eindringen kann bis es nach vollständiger Öffnung des Ventiles frei in denselben eintritt. Die Weite des Schlauchrohres beträgt bei dieser Einrichtung gewöhnlich 4 cm. Die für diese Wasserentnahmestellen weiter noch bestimmten Schlauchverschraubungen, Abb. 283 und 284, und Strahlrohre mit und ohne Sprengschaufel oder Wasserstreuer unterscheiden sich in nichts von den früher bereits besprochenen Ausrüstungsstücken (Abb. 225 bis 227 auf S. 154 und

Abb. 281.

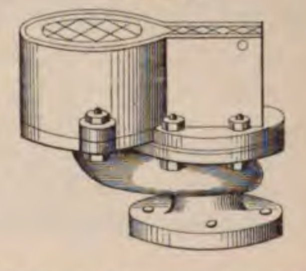


Abb. 256 bis 258 auf S. 166) und brauchen daher hier nur kurz erwähnt zu werden. Außer diesen Sprengvorrichtungen braucht man für die Gartenwirtschaft auch noch Auslaufhähne an verschiedenen Stellen des Gartens. Als solche werden meist Niederschraubhähne verwendet, wie sie auch bereits mehrfach erwähnt wurden. Sie werden mit Hilfe von Wandschrauben entweder an eine Mauer oder an eine in den Erdboden eingestelle Säule befestigt und zwar so hoch über dem Fußboden, dass man Gießkannen und Eimer bequem unterstellen kann.

Die Springbrunnen der Gärten und Höfe, die hier noch zu erwähnen sind, lässt man meist mit gerade aufsteigendem Strahle unter dem Drucke spielen, welchen die Leitung hat. Wo dies nicht angeht, wird der Druck durch


Abb. 282. Abb. 283. Abb. 284.

einen kleinen gemauerten Behälter geregelt, der in entsprechender Höhe liegt oder durch ein Vorratsgefäß, welches auf dem Bodenraume eines Gebäudes seinen Platz hat. Es sind dabei natürlicherweise dieselben Vorsichtsmaßregeln zu beachten, und dieselben Einrichtungen, wie Schwimmerventile, Überlaufrohre usw. zu gebrauchen, wie sie bei den Wasserleitungen gebräuchlich sind und früher besprochen wurden. Für die Anlagen von Springbrunnen überhaupt, sowie von Wasserfiguren bietet der Zementbeton einen geeigneten Baustoff. Es werden z. B. in Zementguss die verschiedenartigsten Gefäße, Becken, Grotten usw. zu diesem Zwecke ausgeführt, die sich bei sorgfältiger Herstellung gut bewähren und dabei billiger sind als die gleichen Gegenstände aus Stein, Zinkguss oder gebranntem Ton. Bei dem durch die Abb. 285 vorgestellten Springbrunnen ist a der Abstell- und Entleerungshahn, von welchem aus das Zuleitungsrohr nur ansteigend gelegt werden darf. Da das Wasser im



Abb. 285.

Winter abgelassen wird, so brauchen die Rohre nur so tief zu liegen, dass sie gegen Erschütterungen gesichert sind. Die Wassertiefe im Becken, die selten

mehr als 20 cm beträgt wird durch den Abflussstutzen bestimmt, welcher mit einer durchlöcherten Kappe überdeckt ist, um Laub und dergl. vom Eindringen in das Abflussrohr abzuhalten. Soll das Becken ganz entleert werden, so wird der sonst wasserdicht eingesetzte Stutzen b herausgezogen.

Die kleinen Zimmerfontänen, welche entweder auf dem Fußboden oder auf einem Tischchen oder einem Konsole an der Wand stehen (Abb. 286 und 287) sind z. B. im Sommer bei großer Wärme zwar sehr angenehm, stellen aber immerhin ein teures Spielzeug der, da das verdeckte Anbringen der Zu- und Ablaufröhren nicht ganz einfach und deshalb mit verhältnismäßig hohen Kosten verbunden ist.

Wasserversorgungsanlagen.

Es würde dem Plane und dem Umfange, sowie dem sonstigen Inhalte dieses Buches nicht entsprechen, wenn am Schlusse dieses Abschnittes die Beschreibung und die Zeichnungen eines größeren, etwa städtischen Wasserwerkes gegeben würden. Dagegen dürfte es nicht unzweckmäßig sein, hier einige kleinere Wasserversorgungsanlagen kurz zu besprechen.

Abb. 286.

Eine ältere Wasserstation zeigen nach dem „Maschinenkonstrukteur", die Abbildungen 288 bis 291. Dieselbe ist zwar eigentlich für einen Bahnhof bestimmt, sie kann aber in ganz ähnlicher Weise für jede gewerbliche Anlage benutzt werden. Die beiden unteren Stockwerke des turmartigen Gebäudes sind massiv ausgeführt, das oberste besteht aus Fachwerk. Die Pumpen p sind in den Brunnenkessel eingebaut, wie es der zulässigen Saughöhe entspricht. Über dem Brunnen ist ein Gestell A zum doppelten Kurbelantrieb mit Schwungrädern aufgestellt, durch welches die Pumpen betrieben werden, die das Wasser in den Hochbehälter B drücken. Dieser ruht auf eisernen Unterlagen, welche ihrerseits von vier in das Innere des Gebäudes vortretenden Pfeilern getragen werden.

Abb. 287.



Eine gusseiserne Rohrleitung von 15 cm Durchmesser, welche innerhalb des Behälters mit einem Seiher und außerhalb desselben mit einem Absperrventil versehen ist, leitet das Wasser nach den Verbrauchsstellen.

Der Ofen o hat einen oberen Abschluss in Gestalt eines kleinen Kessels, welcher durch zwei Rohrleitungen mit dem Behälter in Verbindung steht, um das Wasser in demselben vor dem Einfrieren zu schützen. Der Inhalt des Hochbehälters beträgt 26 cbm. An Stelle des Betriebes durch Menschenkraft könnte natürlich jeder beliebige, passende Maschinenbetrieb hier angewendet werden.

Die Abb. 292 zeigt die Anlage einer Wasserleitung für eine größere landwirtschaftliche Besitzung, während die Abbildungen 293 bis 295 einige Einzelheiten derselben veranschaulichen. Die Anlage ist für eine tägliche Wasserlieferung von mindestens 10,000 l bestimmt.

Es ist auf dem Lageplane Abb. 292: A das Wohnhaus mit der Küche B, C die Inspektor- und Gesindewohnung, D ein gewölbter Futterstall, E die Milch-

kammer, F das Backhaus, G ein Kuhstall, J sind Pferdeställe, K ist ein Schafstall, L die Wohnung des Hofmeisters, M ein Stall für junge Pferde, N ein Ochsenstall, O das Gewächshaus mit Gärtnerwohnung, P der Brunnen mlt Pumpwerk und S endlich ein Springbrunnen.

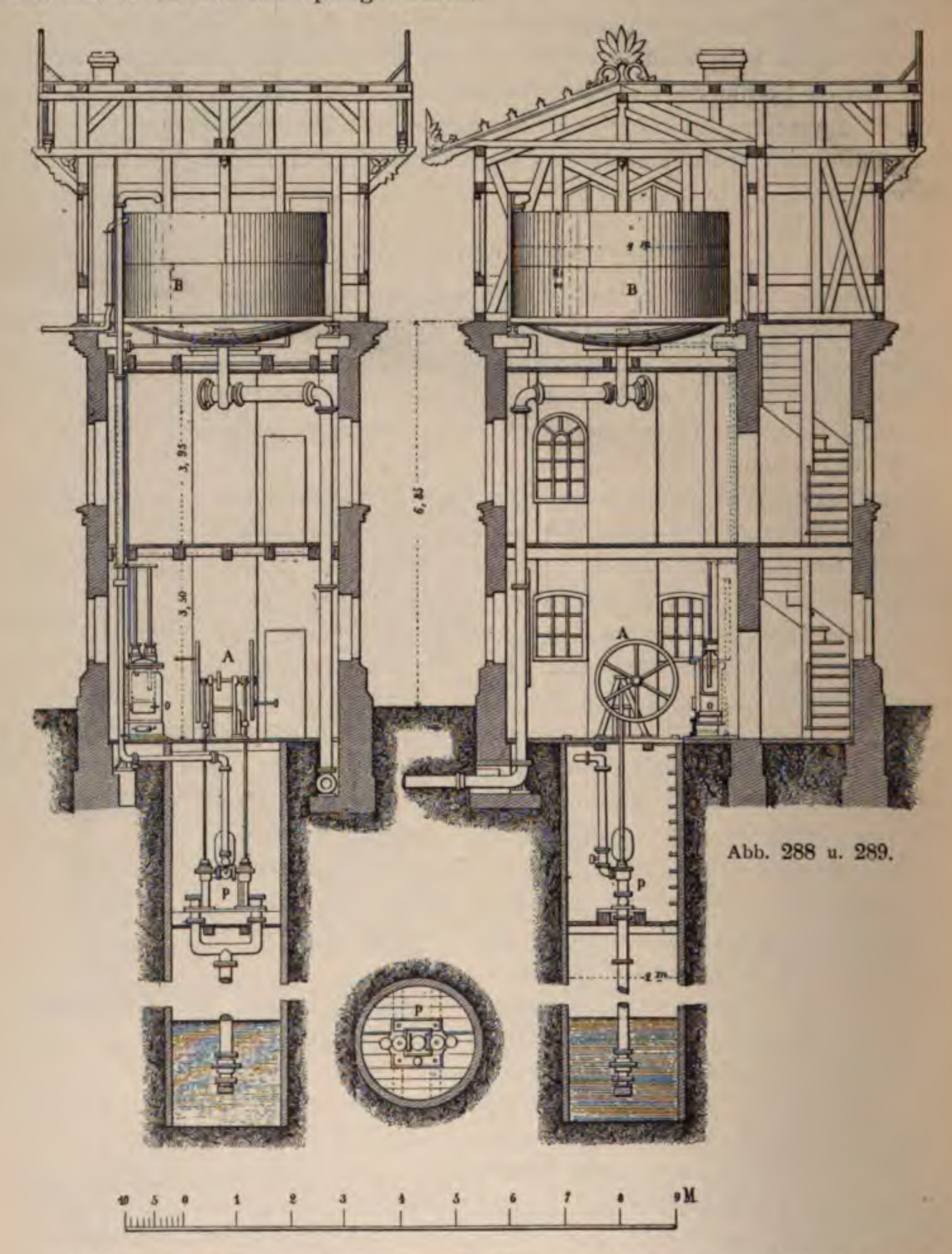


Abb. 288 u. 289.

Neben dem Brunnen befindet sich der zum Betriebe der Anlage dienende, mit zwei Ochsen zu bespannende Göpel. Über dem Stalle D ist in etwa 5 m Höhe über dem Fußboden der Hochbehälter für die ganze Leitung aufgestellt; derselbe hat einen Inhalt von 20 cbm und ist mit einem Überlaufrohre versehen.

Die übrigen Gebäude enthalten Scheunen und Räumlichkeiten, welche keiner Wasserzuleitung bedürfen. Vom Brunnen ausgehend, ist die Rohrleitung auf dem Lageplane durch den etwas stärker gezogenen, nach verschiedenen Richtungen laufenden Linienzug angegeben worden. Man hat es also hier mit einer Anlage

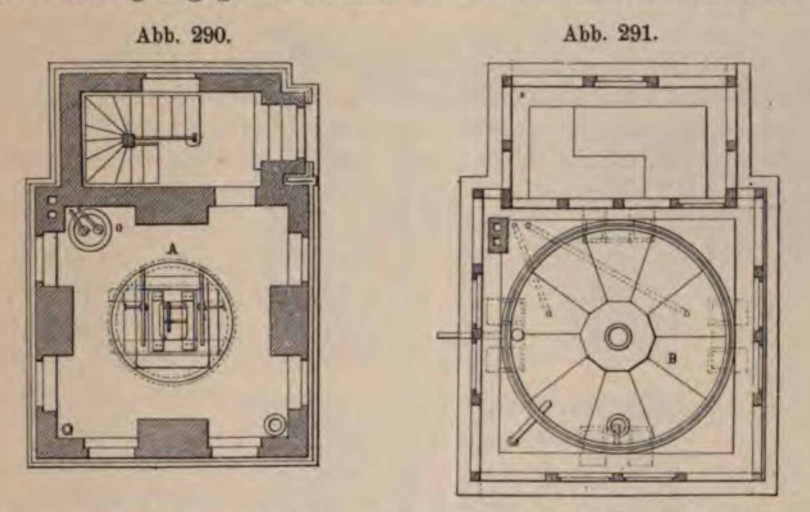


Abb. 290. Abb. 291.

nach dem Verästelungssystem zu tun. Auf der Abb. 292 bedeuten ferner a Auslaufhähne, b Abstellhähne in der Leitung, c Abstellhähne in mit gusseisernen Deckeln abgedeckten Schächten, d endlich Hydranten.

Zum Pumpenbetriebe dient die Transmissionswelle A (Abb. 293 und 294), welche zwei verschiebbare Getriebe a hat, die mit den auf den, voneinander



Abb. 292.

unabhängigen, Kurbelwellen c befestigten Zahnrädern b im Eingriffe stehen. Die vom Göpel G ausgehende Transmissionswelle A′ dient zum Antriebe landwirtschaftlicher Maschinen. Die Kurbelstangen d führen nach den beiden Pumpen p, welche in den Brunnenkessel eingebaut sind und bei der erwähnten An-

ordnung des Vorgeleges entweder gemeinsam oder einzeln betrieben werden können. S ist ein gemeinschaftliches Saug-, D ein gemeinschaftliches Druckrohr, welches sich in die beiden Seitenrohre D_1 verzweigt, an welche die sämtlichen nach den einzelnen Räumen führenden Leitungsrohre angeschlossen sind. v ist ein sogenanntes Rückschlagventil, auf dem ein Sicherheitsventil befestigt ist. Die gesamte Förderhöhe aus dem Brunnen bis in den Hochbehälter beträgt 22 m. Der Behälter kann in $1\frac{3}{4}$ Stunden vollgepumpt werden. Das Wasser wird aus demselben überall dahin geführt, wo es gebraucht wird. Durch die Hydranten hat man bei eintretender Feuersgefahr sofort Hilfe, denn es brauchen nur die stets

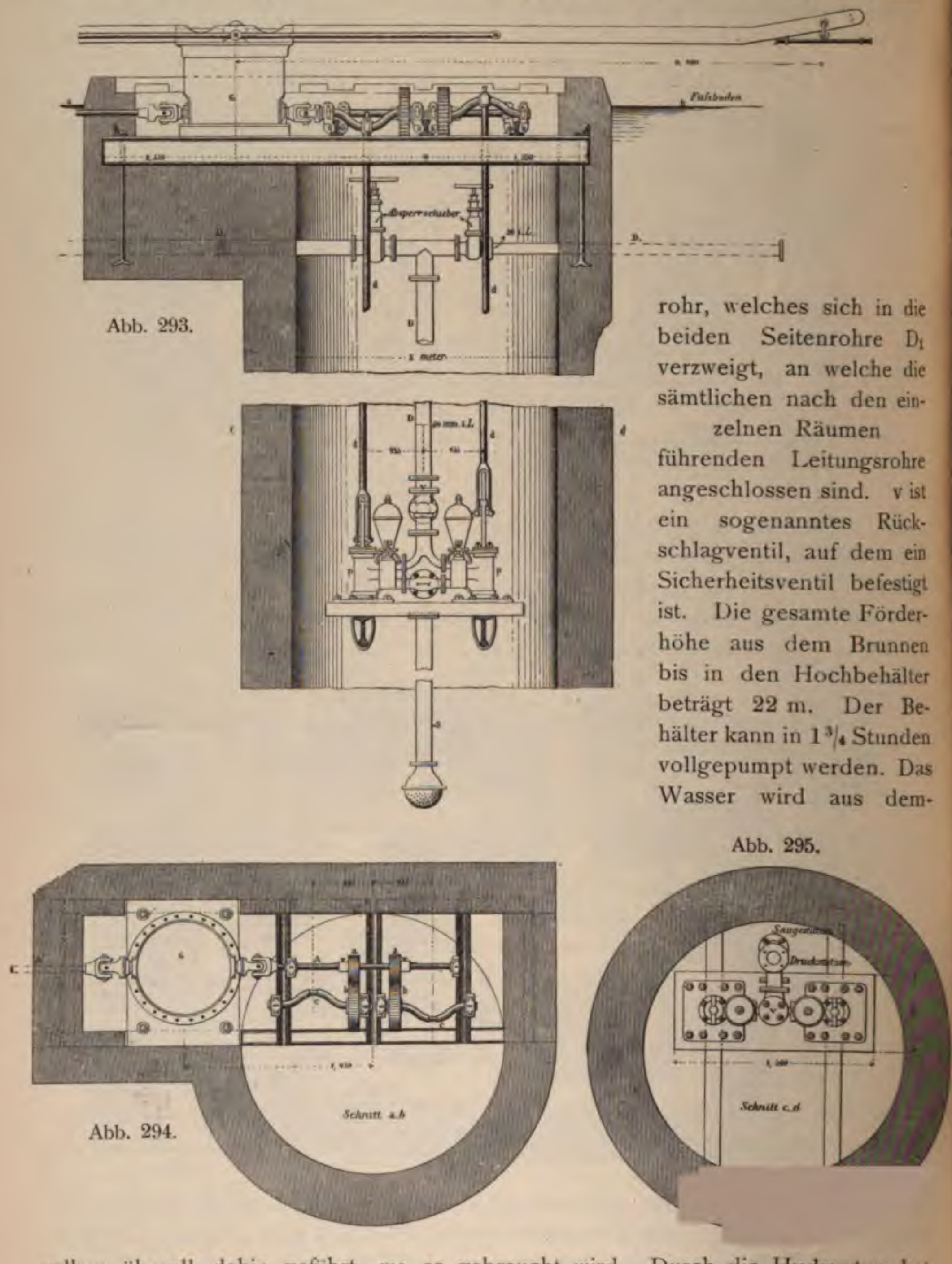


Abb. 293.

Abb. 294.

Abb. 295.

bereit zu haltenden Schläuche angeschraubt zu werden. Die bequeme Gartenbewässerung, sowie der Springbrunnen sind auch zu beachten, da der Vorteil derselben für die Bewirtschaftung des Gartens von Bedeutung ist. Die ganze Anlage wurde seiner Zeit von der Firma Reuter & Straube in Halle a. S. hergestellt.

Abb. 296 zeigt eine Hauswasserversorgungsanlage, wie sie in Nr. 15 der Mitteilungen der Siemens-Schuckert-Werke Jahrg. 1906 beschrieben ist. Die Wasserhebungsmaschinerie besteht aus einem Elektromotor und einer Siemens-Schuckertschen Hauswasserpumpe. Näheres über diese, sowie über alle anderen bisher erwähnten Pumpen soll in der nächsten Abteilung dieses Buches mitgeteilt werden. Hier mag die Bemerkung genügen, dass sie nur zur Förderung reinen, sandfreien Wassers geeignet sind. Der Elektromotor a ist mit der Pumpe b unmittelbar gekuppelt und könnte auch durch einen Benzin- oder Spiritusmotor ersetzt werden. Zahnrad oder Riemenantrieb ist dagegen bei diesen Pumpen ausgeschlossen, da ihre Lager nicht für seitlichen Druck eingerichtet sind. Pumpe und Motor werden im Keller aufgestellt und heben das Wasser aus einem Brunnen durch ein Saugrohr c und das Druckrohr d dem Hochbehälter e zu, von dem aus es in die Hauswasserleitung f gelangt. Der Behälter, dessen Größe meist so bemessen wird, dass er den Bedarf von 24 Stunden voll decken kann, ist mit einem Überlaufrohre g versehen, welches vor dem Kellerfenster in eine Abflussrinne mündet, so dass man sofort sieht, wenn er gefüllt ist. Das Saugrohr endet in einen Saugkorb, über dem ein Rückschlagventil angebracht ist. Der Saugkorb hängt so hoch über der Brunnensohle, dass Sand in ihn nicht eintreten kann. An die Druckleitung ist dicht über der Pumpe ein mit einem Hahne versehenes Entleerungsrohr h angeschlossen, welches ebenfalls in die schon erwähnte Abflussrinne führt und dazu dient, das im Druckrohre stehen gebliebene Wasser, wenn nötig abzulassen.

Abb. 296.

Die Übelstände, welche die Anwendung eines Hochbehälters mit sich bringt, wie z. B. die Möglichkeit des Wassereinfrierens im Winter und der übermäßigen Erwärmung im Sommer, haben die Siemens-Schuckert-Werke veranlasst, elektrische Hauswasserpumpen zu konstruieren, welche das Wasser ohne Zuhilfenahme eines Hochbehälters aus dem Brunnen unmittelbar den einzelnen Verbrauchsstellen zuführen. Auch hierüber wird näheres später noch mitgeteilt werden.

Abb. 297 stellt den Lageplan einer Wasserleitung dar, die den Zweck hat, einige Schächte des Königl. S. Erzbergwerkes Himmelfahrt Fundgrube zu Freiberg

mit dem nötigen Speise- und Gebrauchswasser zu versehen. Bei der sogenannten Zentralwäsche ist in 418 m Seehöhe eine Dampfpumpe aufgestellt, welche das Wasser aus einem Teiche entnimmt, dessen Spiegel bei normaler Füllung in 420 m Höhe liegt und die dieses Wasser dem Davidrichtschachte, sowie dem Abrahamschachte zuführt. Die Zahlen, welche auf den verschiedenen Halden zu lesen sind, geben die Seehöhe der Hängebank der betreffenden Schächte an. Das Wasser wird in Hochbehälter gedrückt, welche stets um mehrere Meter über der Hängebank aufgestellt sind, so dass es sämtlichen Gebäuden auf den zugehörigen Halden mit Leichtigkeit zugeleitet werden kann. Die Anlage hat den Abrahamschacht mit 2,0, den Davidrichtschacht mit 2,5 und den Reichezecher Richtschacht mit 3,0 Sekundenlitern zu versehen.

Die Saugleitung ist 63 m lang und besteht aus gusseisernen Flanschenrohren von 150 mm lichter Weite. Sie endet in einem Saugkorb, der in einem in den Teich eingesetzten, gemauerten Schrote liegt und das Eindringen gröberer

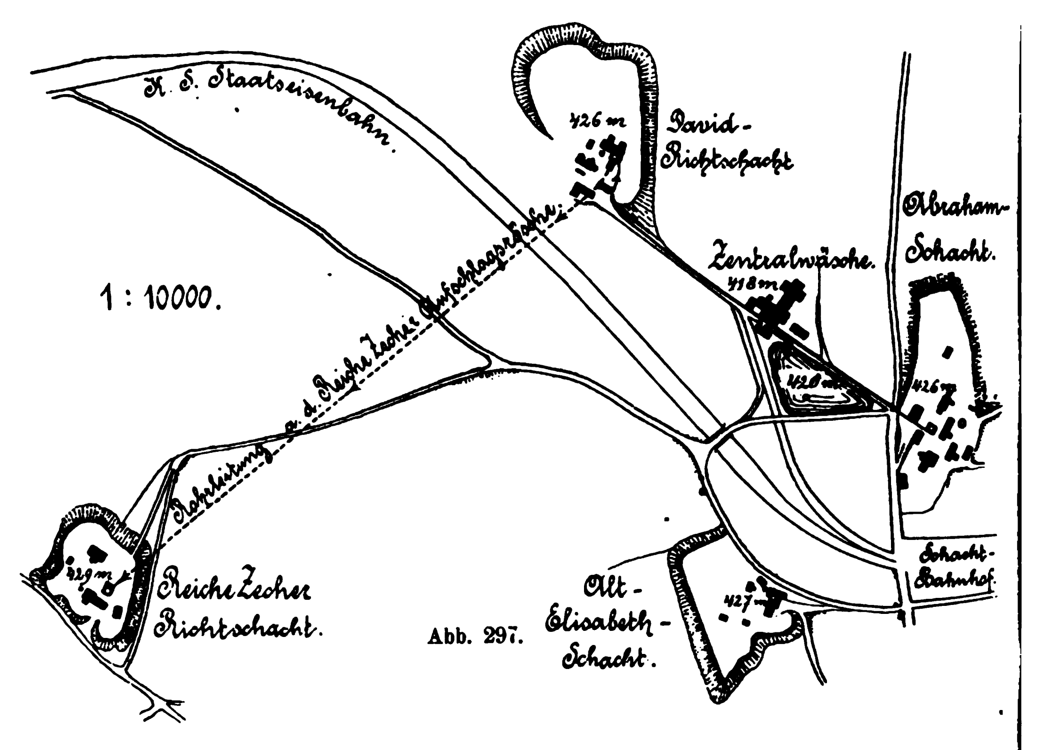


Abb. 297.

Unreinigkeiten in die Pumpe verhindern soll. Das Druckrohr der letzteren teilt sich vor der Zentralwäsche in zwei Teilstrecken, von denen die eine, 60 mm weite und 290 m lange Leitung dem Abrahamschachte das Wasser zuführt, während die andere, 312 m lange und 100 mm weite Rohrleitung das für den David- und für den Reiche-Zeche-Schacht bestimmte Wasser in den Hochbehälter des Davidschachtes abgibt. Beide Leitungen bestehen aus normalen gusseisernen Muffenrohren. Der Reichezecher Schacht erhält sodann sein Wasser durch eine sogenannte Dükerleitung aus dem Davidschachter Hochbehälter. Der Wasserspiegel in diesem, 11 m über der Hängebank stehenden Behälter liegt 2,1 m

her als der Ausguss für den Reichezecher Hochbehälter, welch letzterer etwa m über der dortigen Hängebank aufgestellt ist. Von dem ersterwähnten Hochälter geht eine senkrechte Leitung bis auf eine im Durchschnitt 95 m unter ge verlaufende Verbindungsstrecke mit dem Reichezecher Schachte, die sogente Reichezecher Aufschlagsrösche hinab, läuft auf dieser bis zu diesem Schachte l steigt dort ungefähr 95 m senkrecht empor, bis zum Ausgusse in den Endälter. Die beiden Schächte sind ungefähr 900 m weit voneinander entfernt, dass sich mit Einschluss der in der Rohrleitung vorhandenen Krümmungen e Gesamtlänge der Rohrachse von 1100 m ergibt. Die erforderliche Weite ser Dükerleitung würde nach der früher mitgeteilten Formel

$$d = \sqrt[5]{\frac{l}{h}\left(\frac{Q}{20}\right)^2}$$

in $l = 1100$ m, $h = 2,1$ m und $Q = 0,003$ cbm/sec ist, zu $d = 0,103$ m beımt. Als Rohre wurden normale gusseiserne Flanschenrohre von 100 mm ıter Weite angewendet. Dass an geeigneten Stellen die nötigen Absperrieber, Reinigungsöffnungen, Überlaufleitungen usw. eingebaut sind, bedarf ıl kaum der Erwähnung. Die Anlage ist seit sechs Jahren in Betrieb und hat ıer keinerlei Mängel erkennen lassen.

Die Düker- oder Duckerleitungen, wie man die Unterführungen der Wasserungen im allgemeinen nennt, werden häufiger aus Schweiß- oder Flusseisen gestellt als aus Gusseisen. Zum Schutze gegen das Rosten kann man diese ıre mit einem dünnen Anstriche von Zementmörtel versehen. Die gussernen Rohre auf der oben erwähnten Rösche sind nur asphaltiert.

Als Anhang zu diesem Abschnitte mögen nun noch die durch einen ußischen Ministerialerlaß vom 11. Februar 1905 bekannt gegebenen Grundze für Anlagen und Betrieb von Grundwasserwerken hier folgen, da dieen auch für kleinere Wasserversorgungen, wie sie dies Buch vorwiegend im ge hat, viel wertvolle Fingerzeige enthalten. Sie lauten:

Grundzüge für Anlage und Betrieb von Grund-(Quell-) Wasserwerken.

A. Anlage.

1. Wasserbedarf. Der Wasserbedarf ist nach den örtlichen Verhältnissen ıwohnerzahl, Viehzucht, Industrie, Bevölkerungszuwachs usw.) festzustellen.

Die so ermittelte Wassermenge muss in dem in Aussicht zu nehmenden chließungsgebiet zu allen Jahreszeiten sicher vorhanden sein, wobei indes bederen Verhältnissen Rechnung zu tragen ist.

2. Wasserbeschaffenheit. Von dem zu Trink- und Wirtschaftszwecken Aussicht genommenen Wasser muss gefordert werden, dass dasselbe

a) keine für Menschen oder Tiere schädlichen Bestandteile enthält,

b) zum Genuss anregt.

Falls ein Wasser der letzteren Forderung nicht genügt, ist eine Verbesseg desselben in dieser Richtung anzustreben. Von einer derartigen Verserung kann nur dann abgesehen werden, wenn sie sich als praktisch nicht chführbar erweist.

In physikalischer Beziehung ist erforderlich, dass das Wasser klar und möglichst farblos ist und keinen unangenehmen Geruch oder Geschmack hat. Die Temperatur desselben soll keine zu großen Schwankungen aufweisen.

In chemischer Beziehung soll das Wasser eine Zusammensetzung zeigen, wie sie bei zweifellos nicht verunreinigten Grund-(Quell-)Wässern der in Frage kommenden Gegend beobachtet wird. Die Menge der mineralischen und organischen Bestandteile darf die Beschaffenheit des Wassers für die verschiedenen Zwecke nicht nachteilig beeinflussen. Abweichungen in der Zusammensetzung müssen sich in unbedenklicher Weise erklären lassen.

Etwaige metallauflösende Fähigkeiten des Wassers (insbesondere gegenüber Blei) sind mit Rücksicht auf die bei der Wasserleitung zu verwendenden Materialien besonders festzustellen.

Bei etwaigem Eisen- oder Mangangehalt ist die Gefahr von stärkeren Verschlammungen und Inkrustationen der Röhren zu beachten.

Auch auf die Härte des Wassers ist Rücksicht zu nehmen.

In bakteriologisch-mikroskopischer Beziehung darf das zu verwendende Wasser keine Organismen bezw. leblose Bestandteile enthalten, welche auf eine unzulässige Verunreinigung desselben, namentlich eine solche durch menschliche oder tierische Abfallstoffe, hindeuten.

Auch wenn ein Wasser bereits der Versorgung dient und angeblich keine gesundheitlichen Schädigungen verursacht hat, so ist es doch vor seiner weiteren dauernden Verwendung auf vorstehende Grundsätze hin zu prüfen; die Untersuchung ist zu wiederholen, wenn die einmalige Untersuchung nach Lage der örtlichen Verhältnisse kein abschließendes Urteil gestattet.

3. Notwendige Beschaffenheit des Grundwasserträgers. Der Grundwasserträger muss eine geeignete geologische Beschaffenheit und eine genügend große räumliche Ausdehnung besitzen.

Falls durch die gewöhnlichen hydrologischen Vorarbeiten der Einfluss des Grundwasserträgers auf die Wasserbeschaffenheit und Wassermenge nicht in zweifelsfreier Weise festgestellt werden kann, so empfiehlt sich die Zuziehung eines Geologen.

4. Sicherheit des Grundwasserträgers gegen Verunreinigungen von der Oberfläche. a) Sind Verunreinigungen des Geländes über dem Grundwasserträger nach Maßgabe der örtlichen Verhältnisse nicht vollständig auszuschließen, so ist gegebenenfalls Vorsorge zu treffen, dass eine nachteilige Beeinflussung des Grundwassers, z. B. durch Hochwasser etc., nach Möglichkeit vermieden wird.

b) Ist die Überlagerung über dem Grundwasserspiegel nur von geringer Stärke oder an sich für eine genügende Filtrationswirkung nicht geeignet, so muss die Oberfläche des Grundwasserträgers auf eine jeweils erforderliche Ausdehnung als Schutzgebiet behandelt werden; dasselbe ist von der Bebauung mit Wohnstätten, sowie von der Düngung mit menschlichen oder tierischen Abfallstoffen und nach Möglichkeit vom Verkehr, der Beweidung u. dergl. freizuhalten.

Verunreinigte Zuflüsse, die das Schutzgebiet nach Maßgabe der örtlichen Lage treffen könnten, sind, wenn möglich, außerhalb desselben abzuführen.

anderenfalls in undurchlässigen Röhren oder Gerinnen durch das Gebiet hindurch abzuleiten.

Die Möglichkeit der Durchführung dieser Maßnahmen ist durch Vertragssicherung, Geländeerwerb oder dergl. zu gewährleisten.

Es liegt im Interesse der öffentlichen Gesundheitspflege, dass Anträge auf Einwirkung des Enteignungsrechts zur Förderung von Wasserversorgungszwecken weitgehendste Unterstützung finden.

5. Allgemeine hygienische Anforderungen an die Bauwerke. Zu sämtlichen Anlagen, soweit sie mit dem Wasser in Berührung kommen, ist möglichst solches Material zu verwenden, welches von dem Wasser nicht zerstört wird uud seinerseits auf die Wasserbeschaffenheit keinen nachteiligen Einfluss auszuüben vermag.

Diese Anlagen sind so auszuführen, dass Temperaturbeeinflussungen des Wassers in denselben möglichst vermieden werden.

Zugänge, Lichtöffnungen, Lüftungsvorrichtungen, Ausmündungsöffnungen von Leer- und Überläufen müssen nach Möglichkeit gegen das Eindringen von Fremdkörpern (Staub, Insekten, Vögeln usw.) geschützt sein.

Jeder mittelbaren oder unmittelbaren Verunreinigung des Wassers in den Anlagen ist durch entsprechende bauliche Anordnung nach Möglichkeit vorzubeugen.

Dies gilt insbesondere von Einrichtungen, soweit sie zum Begehen der Bauwerke überhaupt notwendig sind, sowie von sämtlichen Ausrüstungen derselben, wie Schiebern, Schwimmvorrichtungen, Wasserstandszeigern, Thermometern, Probentnahmevorrichtungen usw.

Für Reinigung und Spülung der Anlageteile, welche mit dem Wasser in Berührung kommen können, sind entsprechende Vorkehrungen zu treffen.

6. Besondere Anforderungen an Wasserfassungs- und Förderungsanlagen. Sämtliche Wasserfassungs- und Förderungsanlagen sind derartig zu gestalten, dass nur das zur Erschließung vorgesehene Wasser in dieselben eintreten kann. Sie dürfen nur in dem Bereiche dieses Wassers mit Eintrittsöffnungen versehen sein und sind derartig zu überdecken, dass eine nachteilige Beeinflussung des erschlossenen Wasser durch Zudrang von Tageswasser ausgeschlossen wird.

Der Zutritt fremder Wässer, insbesondere Sickerwässer, an den bis zur Oberfläche reichenden Teilen der Anlage ist durch Abschluss und Abdichtung der entsprechenden Teile dieser Anlagen auszuschließen.

7) Besondere Anforderungen an Anlagen zum Zwecke der Verbesserung der Wasserbeschaffenheit. Anlagen zum Zwecke der Enteisenung, Entfärbung, Weichmachung, Temperaturveränderung und dergl. sind möglichst in abgeschlossenen Räumen oder Behältern anzuordnen, so dass eine möglichst große Sicherheit gegen Verunreinigung des Wassers geschaffen wird.

Die hierbei zur Verwendung kommenden Chemikalien müssen derart sein, dass eine nachteilige Beeinflussung des Reinwassers nicht erfolgen kann.

8) Besondere Anforderungen an Wasseraufspeicherungsanlagen. Die Wasseraufspeicherung ist derart anzuordnen, dass das aufgespeicherte Wasser

keine nachteilige Veränderung für den Gebrauch erfährt. Durch entsprechende Anordnung von Zu- und Abfluss an den Behältern ist es möglichst anzustreben, dass der gesamte Wasserinhalt gleichmäßig erneuert wird.

Zur Ermöglichung von Reparaturen sind Vorkehrungen zu treffen, welche gestatten, den Behälter zu entleeren und aus dem Betrieb auszuschalten.

9. Besondere Anforderungen an die Wasserverteilung. Die zur Wasserverteilung dienenden Anlagen, insbesondere Hausanschlüsse, sind derart anzuordnen, dass eine nachteilige Beeinflussung des Wassers im Zuleitungsrohr möglichst ausgeschlossen erscheint.

Bleiröhren sind von der Verwendung auszuschließen, wenn das Wasser die Eigenschaft besitzt, dauernd Blei aus den Röhren aufzunehmen, und daraus Gesundheitsschädigungen zu erwarten sind.

B. Betrieb.

Es ist zweckmäßig, die aufgespeicherten, geförderten und verbrauchten Wassermengen täglich zu notieren.

Zur Feststellung der dauernd einwandfreien Beschaffenheit des Wassers ist Kontrolle durch periodische Untersuchungen erforderlich.

Die Häufigkeit derselben richtet sich nach den besonderen Verhältnissen; in kritischen Zeiten hat eine vermehrte Kontrolle stattzufinden.

Im Innern von Bauwerken, welche während des Betriebes mit dem Wasser in Berührung kommen können, sind zu allen Betriebsarbeiten nur saubere Werkzeuge zu benutzen, die in gesonderten Räumen aufzubewahren sind.

Nach Beendigung dieser Arbeiten sind die hierbei in Frage kommenden Teile kräftig zu spülen.

Für diese Arbeiten ist den Arbeitern besonderes Schuhzeug zu halten.

Ist bei der Begehung einer Betriebsanlage die direkte Berührung mit dem Wasser nicht zu vermeiden, so müssen die betreffenden Betriebsleute mit wasserdichter, besonders hierzu vorzuhaltender Bekleidung versehen werden.

Zu Betriebsarbeiten dieser Art sind nur Leute zu verwenden, deren Gesundheitszustand zu Bedenken keinen Anlass gibt.

Vierte Abteilung.

Wasserschöpfmaschinen, Pumpen und Feuerspritzen.

Wasserschöpfmaschinen.

Unter Wasserschöpfmaschinen sollen hier diejenigen Vorrichtungen verstanden werden, die zwar wie die Pumpen zur Wasserförderung dienen, sich aber von diesen dadurch unterscheiden, dass die Wirkung des Druckes der atmosphärischen Luft oder eines anderen Gases oder Dampfes auf ihre Leistung ohne Einfluss ist. Es gibt eine große Anzahl solcher Wasserschöpfmaschinen, von denen jedoch die meisten nur noch geschichtliche Bedeutung haben und deshalb für dieses Buch nicht weiter in Betracht kommen. Auch die in neuerer Zeit in Norddeutschland und in Holland bei der Entwässerung tiefgelegener Ländereien zur Anwendung gekommenen sogenannten Pumpräder sind hier nicht weiter zu erwähnen; es sollen vielmehr nur einige derartige Vorrichtungen, die noch häufiger in Benutzung stehen, besprochen werden.

Die Entnahme des Wassers aus einem Brunnen geschieht, wenn es nicht durch eine Rohrfahrt abgeleitet wird, am zweckmäßigsten durch eine Pumpe. Für eine Tiefe bis zu 7 m genügt dazu eine gewöhnliche Saugpumpe, die auf der Brunnenabdeckung steht, während man bis zu 12 m etwa, mit einer im Brunnenkessel selbst aufgestellten einfachen Hubpumpe auskommt und bei noch größerer Tiefe Druckpumpen anwendet. Über die verschiedenen Pumpenarten wird im folgenden Abschnitte das Nötige gesagt werden, weshalb hier nur einige derjenigen Apparate erwähnt werden sollen, welche zwar, wie die Pumpen, zur Wasserförderung dienen, sich aber von letzteren dadurch unterscheiden, dass der Atmosphärendruck auf ihre Wirksamkeit ohne Einfluss ist.

Das einfachste Mittel zum Wasserschöpfen ist der Handeimer, welcher etwa 10 bis 12 l Wasser enthält und mittels dessen man das Wasser auf etwa 1 m Höhe heben kann.

Soll das Wasser etwas höher gehoben werden, so bindet man den Eimer an einen entsprechend langen Strick, mittels dessen man den Eimer heraufzieht oder man versieht ihn mit einem etwa 2 m langen Stil, welcher dann als Hebel wirkt; im letzteren Falle müssen aber die Eimer etwas kleiner sein.

Wenn es darauf ankommt, das Wasser aus Brunnen von etwa 5 m Tiefe emporzuheben, so hängt man den Eimer an einen sogenannten Schwengel oder Hebel ADG mit Gegengewicht, wie Abb. 298 zeigt. Wenn man durch das Gegengewicht G den Schwengel bei der halben Füllung des Eimers auswuchtet, so erfordert das Herausziehen des ganz gefüllten Eimers dieselbe Arbeit wie das Niederziehen des leeren Kübels. Die Sehne AE des vom Aufhängepunkte beschriebenen Bogens muss wenigstens der Brunnentiefe gleich sein, damit der Eimer hinreichend tief in das Wasser eintauchen kann; auch muss die Weite des Brunnens um den Durchmesser des Eimers größer sein als die Bogenhöhe BH, damit der Eimer nicht an die Seitenmauer des Brunnens streift.

Man hat also bei Anlage eines solchen Ziehbrunnens die Weite des Brunnenschachtes zu bestimmen nach der Tiefe des Wasserstandes, welche sich beim Graben ergibt und dabei den Hebelarm AD des Schwengels möglichst lang zu nehmen, damit die Bogenhöhe BH nicht zu groß wird. Bei einer Brunnentiefe von beispielsweise 5 m und einem Hebelarm von 6 m wird die Bogenhöhe etwa 65 cm sein, so dass bei einem Eimerdurchmesser von 35 cm die lichte Weite des Brunnenschachtes nicht unter 1,10 m sein darf.

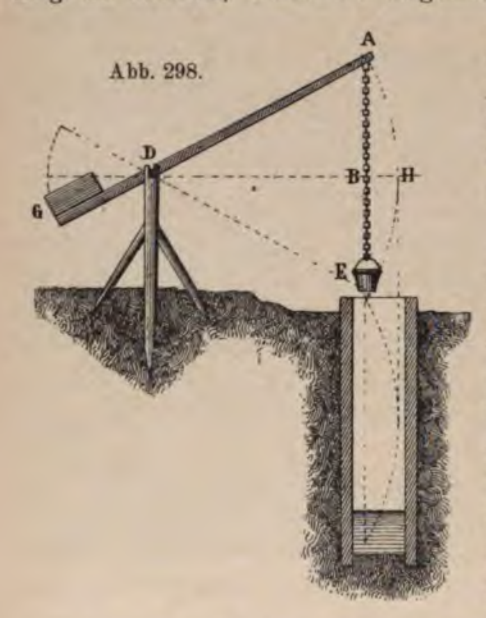


Abb. 298.

Die Welle oder der Haspel, Abb. 48 S. 44, ist ein dicker Holzzylinder von der Länge des Brunnendurchmessers; an jedem Ende sitzt ein eiserner Zapfen, mit welchem er in einem Zapfenlager ruht; an dem einen Ende ist eine Kurbel angebracht, mit welcher die Welle gedreht wird. Dieser Zylinder liegt wagerecht in der Schulterhöhe des Schöpfenden. An der Welle befestigt man das Ende eines Seiles, dessen Länge der Tiefe des Brunnens entspricht und an dessen anderem Ende der Eimer hängt. Zieht man den Eimer aus dem Brunnen herauf, so wickelt sich das Seil um den Zylinder; lässt man ihn hinunter, so wickelt sich der Strick vom Zylinder ab. Statt des Strickes oder Seiles wendet man auch eine dauerhaftere eiserne Kette an.

Die Rolle ist ein Rad, das sich um eine Achse dreht und dessen äußerer Umkreis Hohlkehlen bildet, in denen das Seil läuft. Die Rolle und ihre Zapfenlager sind von Holz oder Eisen. Die Rolle muss in der Mitte des Brunnens und in der Kopfhöhe des Schöpfenden befestigt sein. Wenn dieser auch beim Emporwinden des Eimers eine dem Gewichte des Gefäßes entsprechende Kraft anwenden muss, so ist doch die Art, wie er sie anwendet, so vorteilhaft, dass die Schwere des eigenen Körpers die Bewegungen der Arme erleichtert und befördert.

Man befestigt oft an einer Welle oder Rolle zwei Eimer, von denen einer oll in die Höhe steigt, während der andere leer hinabsinkt. Durch diese Iethode wird der Aufwand an Zeit und Arbeit um die Hälfte verringert. Die Vellen und Rollen haben den Vorteil, dass man sie an Brunnen von jeder 'iefe anwenden kann.

Einen sehr hoch gelegenen, daher meistens sehr tiefen Brunnen überbaut ıan mit einer Hütte (Kaue), worin manchmal noch ein Tretrad angelegt wird, essen Welle zwei Eimer, einen auf- und einen abgehenden, zugleich bewegt.)abei bringt man oft die Vorrichtung an, dass der heraufgelangte Eimer seinen nhalt von selbst in einen Trog ausgießt und zugleich das Tretrad hemmt, 'elches dann in entgegengesetzte Umdrehung gebracht wird.

Bei der Scheiben- oder Püschel-unst, Abb. 299, die hier und da auch och angewendet wird, trägt die Kette in bestimmten Entfernungen die ,olben a und steigt in der senkrecht-tehenden zylindrischen Steigeröhre mpor. Jeder hölzerne Kolben hat ine mit Talg oder Öl getränkte Leder-cheibe mit einer darüberliegenden isernen Platte. Durch das Ganze geht ie Spindel hindurch, welche mit der ,ette verbunden wird, die sich oben ı die gabelförmigen Arme des Rades : einlegt, welches mit einer Kurbel ge-reht wird.

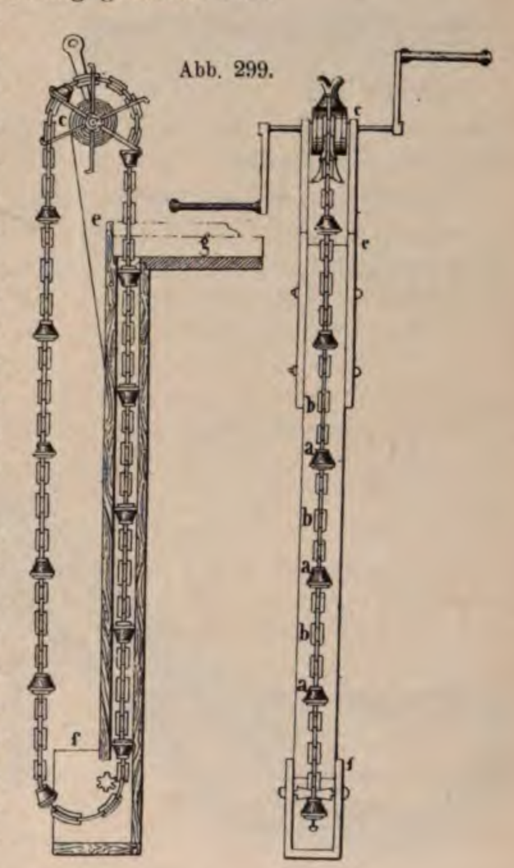


Abb. 299.

Das gehobene Wasser fließt in en Ausgusskasten g. Man gibt einer ölzernen Steigeröhre eine Weite von twa 15 cm und macht die Durchmesser er Lederscheiben, um eine große ,eibung zu vermeiden, ungefähr 2 mm leiner; die einzelnen Kolben stehen abei 70 bis 90 cm voneinander ab. — ,ei einer eisernen, möglichst ausge-rehten Steigeröhre können die Leder-cheiben dicht schließen, wodurch die ,eistung dieser Wasserschöpfmaschine bedeutend erhöht wird.

Die Wasserschraube wird ebenfalls nur noch selten angewendet und 'eniger gebraucht, um das Wasser aus fertigen Brunnen emporzuheben, als ei Ausführung von Brunnen, Herstellung größerer Sammelbrunnen und dergl.

Die Gänge der Wasserschraube werden am besten aus Eisenblech her-estellt, wie die in Abb. 300 abgebildete dreigängige Schraube zeigt. Die chraube befindet sich in einem entsprechend langen, gewöhnlich hölzernen ylinder (Fass, Tonne, weshalb die Maschine auch wohl Tonnenmühle genannt wird).

Abb. 301 zeigt die Ansicht einer solchen Maschine mit einer Lokomobile zum Betriebe, Abb. 302 (im größeren Maßstabe) die Transmission am oberen Ende.

Dieselbe besteht, wie man sieht, bloß aus einer horizontalen Welle D, die mit einem Winkelgetriebe D', sowie mit der Treibrolle P und der Leerrolle P' versehen ist. Die Welle dreht sich in zwei Zapfenlagern E, welche auf einem hölzernen Geviere S am Kopfe der Schraube V oder vielmehr des Gerüstes T befestigt sind, das die ganze Schraube trägt.

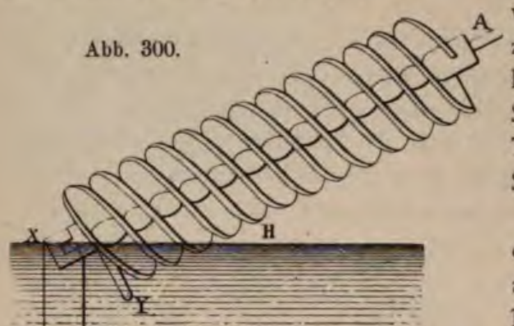


Abb. 300.

Dieses Gerüst ist auf Zapfen e, die an den Grundpfählen befestigt sind, angebracht, so dass man ihm je nach Bedarf mehr oder weniger Neigung geben kann, indem man es um die Zapfen dreht, wie die vollen und die punktierten Linien andeuten.

Der Boden f des Gerüstes ist mit einer Pfanne versehen, in welcher sich das untere Ende der Schraubenwelle dreht, während das obere, mit dem Winkelrade R versehene durch Lager, die an dem Geviere T bei S befestigt sind,

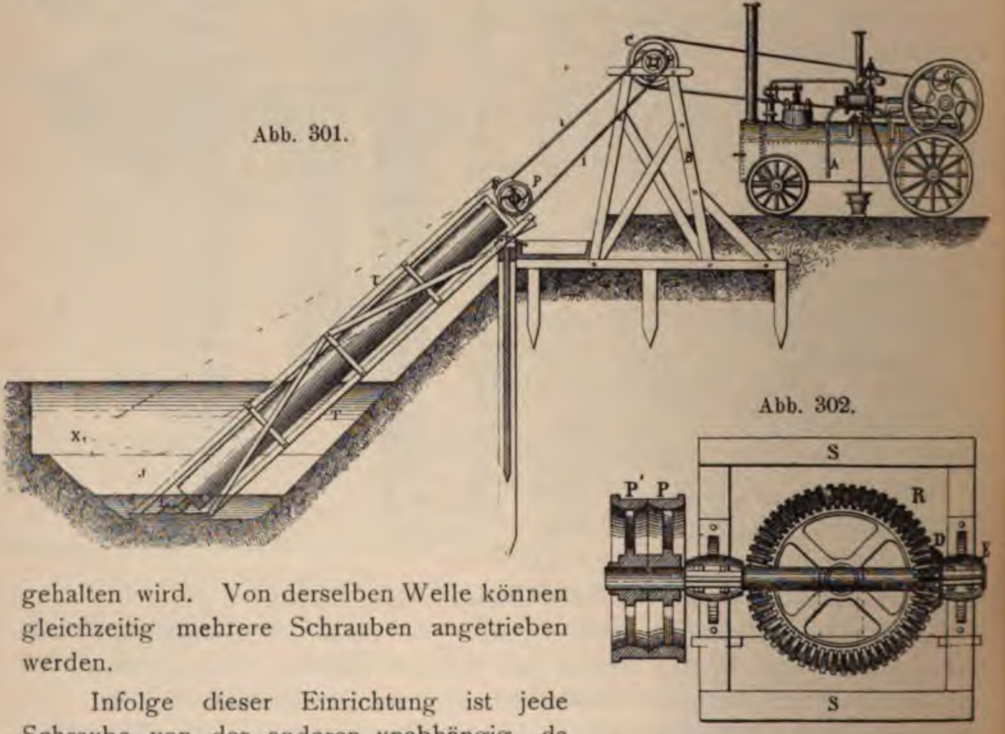


Abb. 301.

Abb. 302.

gehalten wird. Von derselben Welle können gleichzeitig mehrere Schrauben angetrieben werden.

Infolge dieser Einrichtung ist jede Schraube von der anderen unabhängig, da sie ihr besonderes Gerüst und ihre besonderen Stützpunkte hat, so dass man ihren Betrieb unterbrechen, ihre Neigung verändern und sie nötigenfalls sogar versetzen kann, ohne den Gang der übrigen Schrauben zu stören.

Die Welle dreht sich in Zapfenlagern, welche auf dem hölzernen Gerüst B befestigt sind und erhält ihre Bewegung unmittelbar von der Lokomobile A mittels eines Laufriemens C d und der zugehörigen Rollen.

Die drehende Bewegung, welche die Welle erhält, wird auf jede einzelne Schraube mittels der kleinen Trommeln F und der Laufriemen i übertragen.

Infolge dieser Bewegungsübertragung ist man, wie erwähnt, im Stande, in der Baugrube J während des Betriebes der Maschine zu graben, weil der Fuß f der Schraube seinen Stützpunkt verändern kann, da sich das ganze Gerüst um die Zapfen e an dem Pfahlwerke drehen lässt, wobei es den Kreis g bis x beschreibt. Der Laufriemen i spannt sich dabei etwas, jedoch nicht derart, dass er sich verlängern müsste. Die Spannung hat sogar ihren Nutzen, weil die Belastung mit der Neigung, die von 20 bis 25 ^{0} wechselt, vermehrt werden kann.

Pumpen im Allgemeinen.

Die Pumpen sind Vorrichtungen oder Maschinen, mittels deren man durch Ansaugen Flüssigkeit heben und durch Erzeugung irgend eines im Pumpenraume d. h. im Innern der Pumpe wirksam werdenden Druckes oder der sogenannten lebendigen Kraft der Flüssigkeit, weiterfördern kann.

Das Ansaugen geschieht dadurch, dass man auf irgend eine Weise in der Pumpe einen luftverdünnten Raum herstellt, in den der Atmosphärendruck die zu hebende Flüssigkeit hineindrückt. Für das vorliegende Buch kommt als Flüssigkeit nur das Wasser in Betracht.

Der Druck der Atmosphäre kann einer Wassersäule von 10,33 m Höhe das Gleichgewicht halten. In einem völlig luftleeren, oben geschlossenen Rohre, dessen unteres offenes Ende in Wasser getaucht ist, würde das Wasser also rund 10 m emporsteigen und auf dieser Höhe stehen bleiben. Eine vollständige Luftleere ist in einer Pumpe aber nicht herzustellen, weil sich unter dem im Saugraume herrschenden schwachen Drucke die im Wasser enthaltene Luft ausscheidet und auch eine geringe Dampfbildung stattfindet. Luft und Dampf sind leichter als Wasser und sammeln sich daher im oberen Teile des Saugraumes an. Da sich nun ferner das Wasser in der Pumpe nicht in Ruhe, sondern in Bewegung befindet, so muss der Atmosphärendruck außer dem Empordrücken der Wassersäule auch noch die Arbeit verrichten, die zur Überwindung der sich der Bewegung des Wassers durch das Saugrohr und den Pumpenraum entgegenstellenden Widerstände erforderlich ist und die also gewissermaßen verloren geht. Die Folge hiervon ist, dass die durch eine Pumpe zu überwindende Saughöhe, selbst bei vorzüglichster Ausführung der Pumpe, niemals 10 m betragen kann, sondern stets geringer sein muss. Es findet also ein Verlust an Saughöhe statt, der, da er durch die Gesamtheit der Widerstände bedingt ist, auch den Namen Widerstandshöhe führt und in m Wassersäule angegeben wird. Als Saughöhe ist der Höhenunterschied zwischen der Oberfläche des zu hebenden Wassers, dem sogenannten Unterwasserspiegel und dem höchsten Punkte des Pumpenraumes anzusehen. Die Saughöhe beträgt in der Praxis 5 bis 8 m. Enthält das zu hebende Wasser viel Luft oder ist es warm, so wird die ausnutzbare Saughöhe noch geringer und wenn heißes Wasser von 100 ^{0} C gehoben

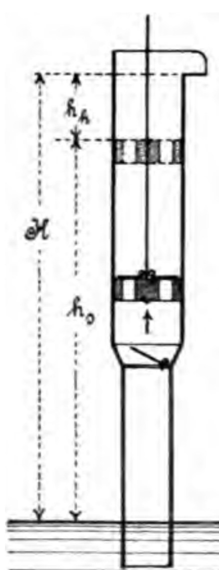
werden soll, so kann die Pumpe überhaupt nicht mehr saugen, sondern man muss ihr das Wasser von oben her zufließen lassen. In den meisten Fällen jedoch, in denen es sich um die Förderung kalten oder höchstens lauen Wassers handelt, ist es nicht nötig, dass die Pumpe im Wasser steht, sondern sie kann über dem Wasserspiegel aufgestellt werden.

Der Pumpenraum und die Saugleitung der Pumpe müssen stets vollständig mit Wasser gefüllt sein, so dass sich in denselben nirgends Luft ansammelt oder ein sogenannter Luftsack bildet, der zum Zerreißen der Saugwassersäule führen und starke Stöße verursachen kann.

Die Weiterführung des Wassers aus der Pumpe geschieht, wie schon bemerkt wurde, durch irgend eine im Innern des Pumpenraumes wirkende Kraft, welche ihrerseits bei der Fortbewegung des Wassers durch die Steigleitung der Pumpe, also beim Heben desselben auf eine beliebige Förderhöhe ganz ähnliche Widerstände zu überwinden hat, wie dies der Atmosphärendruck in der Saugleitung tun musste; es geht also auch hierbei gewissermaßen Arbeit verloren oder es ist von der Pumpe außer der eigentlichen Förderhöhe auch noch eine Widerstandshöhe zu überwinden.

Während die Saughöhe einer Pumpe an ziemlich enge Grenzen gebunden ist, ist dies mit der Förderhöhe nicht der Fall, diese ist vielmehr unbeschränkt und findet ihre Grenzen nur in der gerade zur Verfügung stehenden Betriebskraft und in der praktischen Ausführbarkeit.

Abb. 303.



Auch die Wassersäule in der Steigleitung kann unter gewissen ungünstigen Bedingungen, die weiter unten noch zu erwähnen sind, auseinanderreißen und dann zu gefährlichen Stößen Veranlassung geben.

Man kann im allgemeinen Pumpen **mit** Kolben und Pumpen **ohne** Kolben unterscheiden.

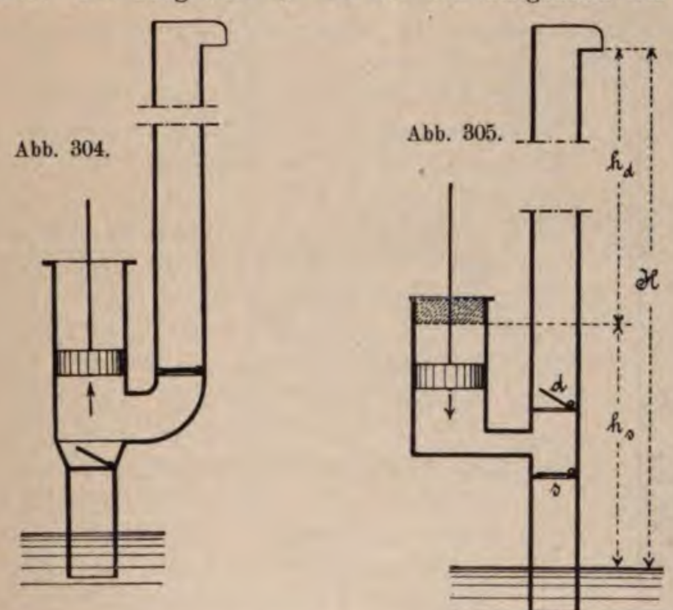
Bei den Kolbenpumpen wird durch die Bewegung eines Kolbens in einem geeignet gestalteten Gefäße der früher erwähnte luftverdünnte Raum hergestellt, in den das zu hebende Wasser eintritt, um dann aus demselben durch den Kolben weitergefördert zu werden. Der Kolben kann geradlinig hin- und hergehende, schwingende oder drehende Bewegung haben.

Pumpen mit geradlinig hin- und hergehenden Kolben.

Jede Pumpe mit geradlinig hin- und hergehenden Kolben hat mindestens zwei Ventile, eines für den Eintritt und eines für den Austritt, durch welche der Wasserdurchfluss geregelt wird und die so beschaffen sein müssen, dass sie dem durchströmenden Wasser möglichst wenig Widerstand entgegensetzen. Zu diesen Pumpen, an die man zunächst wohl immer denkt, wenn man von Kolbenpumpen spricht, gehört die **Saugpumpe**, deren Einrichtung in Abb. 303 skizziert ist. In einem **Zylinder** oder **Stiefel** wird ein mit Ventilen versehener Kolben luftdicht auf und ab bewegt. Am unteren Ende des Pumpenstiefels, da

wo das Saugrohr an denselben angeschlossen ist, befindet sich ein Ventil, das Saug- oder Bodenventil. Beim Aufwärtsgehen des Kolbens öffnet sich das letztere durch die Wirkung des äußeren Luftdruckes und das angesaugte Wasser folgt dem Kolben bis in dessen höchste Stellung. Kehrt dann der Kolben um, so schließt sich das Saugventil und das über demselben im Pumpenstiefel enthaltene Wasser wird gezwungen, durch die Kolbenventile über den Kolben zu treten, von wo aus es zum Ausgusse kommt, wenn der Kolben sich wieder nach oben bewegt und dasselbe emporhebt. Die Kolbenventile sind hierbei geschlossen. Übrigens wird auch beim Kolbenniedergange etwas Wasser, nämlich das durch die Kolbenstange verdrängte, zum Ausflusse gelangen. Wenn man also der Kolbenstange einen halb so großen Querschnitt wie dem Kolben gibt, so kann man einen ununterbrochenen Wasserzufluss herbeiführen.

Saugpumpen, bei denen sich der Ausguss nahe über der höchsten Kolbenstellung befindet, nennt man Saugsätze oder einfache Saugepumpen, während solche, bei denen der Ausguss in beträchtlicherer Höhe liegt, Hebepumpen, Hubpumpen, Hubsätze oder auch Saug- und Hebepumpen genannt werden. Die Saughöhe h_s wird bei den Saugsätzen bis zu etwa 8 m



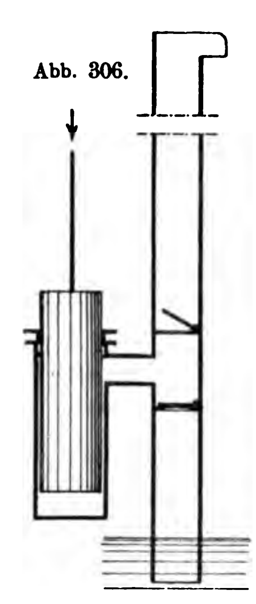
angenommen, während man sich bei Hubpumpen meist mit ungefähr 6 m begnügt. Die Hubhöhe h_h kann bei den Hubsätzen, gute Ausführung vorausgesetzt, 100 m und mehr betragen; jedoch ist zu bedenken, dass die Abdichtung des Kolbens gegen die Zylinderwände um so größere Schwierigkeiten bereitet, je höher man die Hubhöhe wählt. Die Weite des Saugrohres macht man bei Saugpumpen womöglich gleich der des Pumpenstiefels. Die Kolbenstange wird bei den Saug- und Hubpumpen fast ausschließlich auf Zug beansprucht; die beim Kolbenniedergange auftretende, äußerst geringe Druckbeanspruchung kann stets vernachlässigt werden. Dies ist nicht der Fall bei den Druckpumpen, deren Einrichtung durch die Abbildungen 304 und 305 veranschaulicht wird.

Die Kolben der Druckpumpen haben keine Ventile, sondern sind massiv. Das für den Austritt des Wassers bestimmte Ventil, das **Druckventil** ist deshalb außerhalb des Pumpenzylinders anzuordnen (Abb. 304). Sehr häufig werden die beiden Ventile übereinander gestellt, wie Abb. 305 zeigt. Ihre Achsen fallen dann mit denen der Saug- und der Druckleitung zusammen. Beim Aufgange des Kolbens ist das Saugventil geöffnet, das Druckventil aber geschlossen. Das zu fördernde Wasser dringt durch das erstere und füllt den Zylinderraum, während das über dem Druckventile in der Druckleitung stehende Wasser das Druckventil schließt. Kehrt der Kolben um, so öffnet sich das Druckventil und das im Zylinder befindliche Wasser wird durch den Kolben in die Druck- oder Steigleitung hineingepresst. Natürlich ist hierbei das Saugventil geschlossen.

Die Ventile müssen der guten Überwachung wegen leicht zugänglich sein und werden deshalb meist in besonderen Ventilkammern, Ventilkästen oder Ventilgehäusen untergebracht. Die **Saughöhe** h_s kann hier wie bei den Saug- und Hubpumpen zu 5 bis 8 m angenommen werden, die **Druckhöhe** h_d ist, wie schon früher angegeben wurde, nahezu unbegrenzt.

Der in den beiden letzten Abbildungen angedeutete Kolben ist ein Scheibenkolben, der genau die Weite des Pumpenstiefels haben und sich luftdicht in demselben bewegen muss. Die Dichtung dieser Kolben geschieht in ähnlicher Weise wie die der Dampfmaschinenkolben. Der Pumpenstiefel ist auf der ganzen Strecke, welche vom Kolben durchlaufen wird, genau auszubohren. Da sich die Zylinderwände und die Dichtung des Kolbens hierbei leicht abführen, so dass sich bald Undichtheiten einstellen, so wendet man, namentlich bei größeren Pumpen, statt der Scheibenkolben lieber Mönch- oder Taucherkolben (auch Plunger genannt) an, die eine längere Dauer gewährleisten und eine Bearbeitung des Zylinderinnern unnötig machen. Abb. 306 zeigt eine Druckpumpe mit Mönchkolben. Der Zylinder ist oben mit einem Deckel geschlossen, welcher eine Stopfbüchse trägt, in der sich der auf seiner ganzen Länge abgedrehte Kolben bewegt. Der innere Durchmesser des Pumpenzylinders ist etwas größer als der äußere Durchmesser des Kolbens. Letzterer berührt daher den Zylinder nicht und dieser braucht nicht ausgebohrt zu werden. In Abb. 306 geschieht die Verbindung des Zylinders mit den Ventilkästen am oberen Ende des ersteren. Diese Anordnung ist empfehlenswert, weil so die sich in der Pumpe etwa ansammelnde Luft auf dem kürzesten Wege aus dem Pumpenzylinder entfernt wird, indem sie durch das Druckventil in die Steigleitung entweicht, während sonst noch besondere Vorkehrungen zur Entlüftung des Zylinders getroffen werden müssten. Auf die Gefahren, welche Luftansammlungen im Pumpenzylinder mit sich bringen, wurde schon hingewiesen.

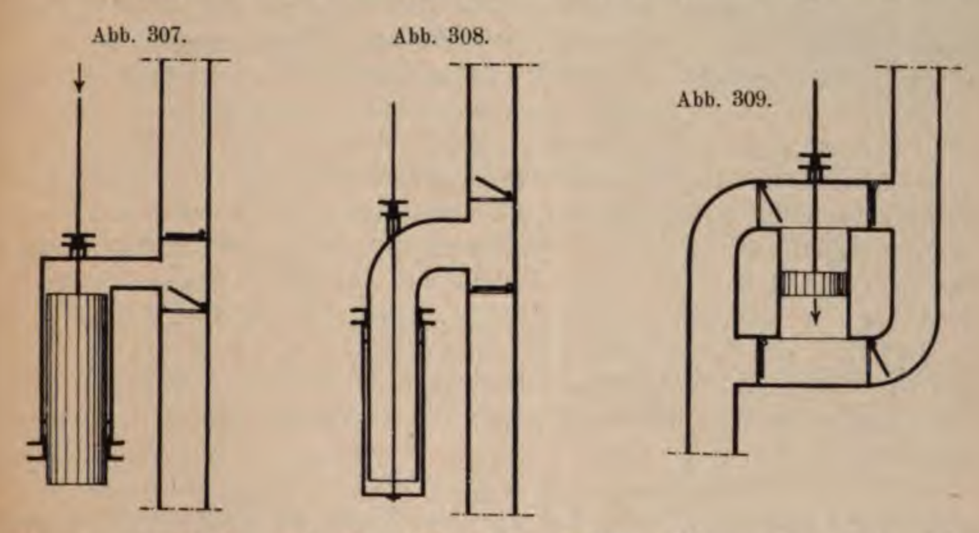
Abb. 306.



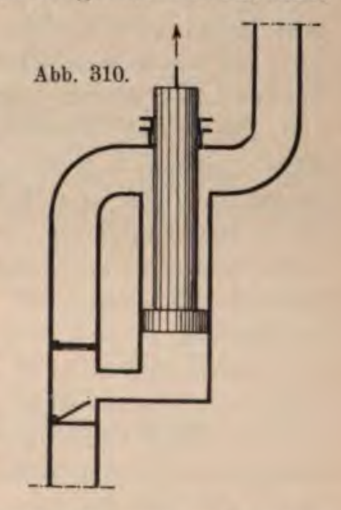
Auch Hubpumpen kann man mit Mönchkolben ausrüsten, wie Abb. 307 zeigt. Die hierbei erforderlich werdende „hängende" Stopfbüchse hat aber sehr

viel Nachteile, so dass die von Karl Kley in Bonn angegebene und in Abb. 308 veranschaulichte Hubsatzkonstruktion entschieden den Vorzug verdient, bei welcher der Kolben durch ein abgedrehtes, feststehendes und beiderseits offenes Rohr ersetzt ist, auf dem sich der Pumpenzylinder auf- und abbewegt.

Die bisher erwähnten Druckpumpen sind sämtlich einfach wirkend. Das Ansaugen des Wassers findet bei ihnen nur während des Aufganges, das Empordrücken dagegen nur beim Niedergange des Kolbens statt und der Ausguss des


Abb. 307. Abb. 308. Abb. 309.

Wassers erfolgt daher ruckweise. Um einen stetigeren Wasserausguss zu erzielen, wendet man sogenannte doppeltwirkende Pumpen an, die bei jedem Hube gleichzeitig saugen und drücken, zu welchem Zwecke sie mit zwei Saug- und zwei Druckventilen ausgerüstet sind, wie Abb. 309 zeigt. Der Zylinder ist bei diesen Pumpen an beiden Enden zu schließen. Dieselbe Stetigkeit des Ausgusses wie mit einer doppeltwirkenden Pumpe kann man auch durch Verbindung von zwei einfachwirkenden Pumpen erreichen. Der Hauptvorteil der doppeltwirkenden Pumpen ist der, dass man bei denselben für den Hin- und Hergang gleiche Kraftwirkung hat. Statt dieser Pumpen wendet man häufig sogenannte Differentialpumpen an, die wie die schon erwähnten Hubsätze mit dicker Kolbenstange, mit einfacher Saug- und doppelter Druckwirkung arbeiten und bei denen man ein Druck- und ein Saugventil erspart. Der Kolben einer solchen Differentialpumpe hat, wie Abb. 310 erkennen lässt, in seinem oberen Teile einen kleinen, in dem unteren einen großen Durchmesser. Der große Kolben saugt beim Aufgange eine gewisse Wassermenge an, die er bei seinem Niedergange durch das Druckventil hindurch drückt. Ein Teil dieses Wassers geht sofort in das Steigrohr, der Rest wird erst beim folgenden Kolbenaufgange in dasselbe


Abb. 310.

befördert. Die Differentialpumpe arbeitet also ganz ähnlich wie ein Hubsatz mit dicker Kolbenstange.

Die Zylinder der sämtlichen bisher erwähnten Pumpen mit Ausnahme der Saugsätze können statt senkrecht auch wagrecht aufgestellt werden.

Um bei der abwechselnden Hin- und Herbewegung des Kolbens eine möglichst gleichförmige Wasserbewegung zu erzielen, bringt man in möglichster Nähe der Pumpe sowohl am Druck- oder Steigrohre als auch am Saugrohre Windkessel an. Diese Windkessel sind zum Teile mit Luft, zum Teile mit Wasser gefüllt. Das in dieselben mit wechselnder Geschwindigkeit eintretende Wasser presst die darin befindliche Luft zusammen, die sich dann ausdehnt und dadurch die Unregelmäßigkeit in der Bewegung des Wassers so ausgleicht, dass dasselbe nahezu mit gleichförmiger Geschwindigkeit durch die Rohrleitungen der Pumpe strömt. Durch die Windkessel kann die Gefahr des Abreißens der Wassersäulen sehr vermindert, ja nahezu beseitigt werden. Der Luftraum des Saugwindkessels wird gleich dem fünf- bis zehnfachen, der des Druckwindkessels ungefähr gleich dem zehn- bis zwanzigfachen des wirksamen Pumpenraumes angenommen; er muss um so größer sein, je länger die zugehörige Leitung ist. Der Luftinhalt des Druckwindkessels nimmt während des Betriebes nach und nach ab. Es ist deshalb dafür zu sorgen, dass die verlorene Luft immer wieder ersetzt werden kann. Dies geschieht entweder durch Luftsaugventile, sogenannte Schnüffelventile, oder durch besondere Presspumpen. Dagegen wird die Luftmenge im Saugwindkessel immer größer, da sich infolge des in demselben herrschenden geringen Druckes Luft aus dem Wasser ausscheidet. Diese überschüssige Luft muss dann und wann aus dem Saugwindkessel entfernt werden, was auf verschiedene Weise geschehen kann.

Der Betrieb der Pumpen kann von Hand oder von irgend einem Motor unmittelbar oder mittelbar durch Kraftübertragung (Transmission) erfolgen. Beim Handbetriebe, der jedoch nur bei kleinen Pumpen in Frage kommt, wendet man Hebel oder Kurbeln an. Als Motoren sind zu nennen Menschen und Tiere am Göpel, Windräder, Wasserräder, Turbinen, Dampfmaschinen, Petroleum-, Benzin- und Spiritusmotoren, Heißluftmaschinen, Elektromotoren usw.

Die Wassermenge, welche man mit einer Kolbenpumpe heben kann, müsste eigentlich gleich dem Inhalte des vom Pumpenkolben beschriebenen Saugraumes, also gleich Kolbenquerschnitt mal Kolbenweg sein. Tatsächlich ist sie aber infolge der Undichtheiten des Kolbens und der Ventile, wegen des nicht rechtzeitigen Schlusses der letzteren und wegen der sich im Pumpenzylinder ansammelnden Luft stets etwas geringer. Das Verhältnis dieser Istmenge zu der Sollmenge nennt man den Lieferungs- oder Füllungsgrad der Pumpe. Der Lieferungsgrad ist je nach der Größe und Beschaffenheit der Pumpen verschieden und schwankt zwischen $k = 0,70$ und $k = 0,99$. Bei den gewöhnlichen hölzernen Haus- und Hofpumpen ist er manchmal nur 0,70. Für andere Pumpen von kleiner und mittlerer Größe, in mittelmäßiger Ausführung, dürfte er 0,8 bis 0,9, im Mittel also 0,85 betragen. Bei größeren und sorgfältiger ausgeführten Pumpen ist k stets größer als 0,9, gewöhnlich 0,93 bis 0,97 und in manchen Fällen kann es sogar bis 0,99 steigen.

Ist F der wirksame Kolbenquerschnitt in Quadratmetern und s der Kolbenweg in Metern, so ist die bei einem Kolbenspiele gehobene Wassermenge für eine einfach wirkende Pumpe

$$V = k \cdot F \cdot s \text{ cbm}$$

und für eine doppeltwirkende Pumpe

$$V = k \cdot F \cdot 2s \text{ cbm}$$

F ist in letzterem Falle das Mittel aus beiden Kolbenseiten, die bei vorhandenen Kolbenstangen verschieden große wirksame Flächen haben können.

Von einer Differentialpumpe wird, wenn f die Querschnittsfläche des kleineren Kolbens ist, beim Aufgange der Kolben (F—f) s gehoben, beim Niedergange aber fs; die gesamte Fördermenge ist daher

$$V = k[(F-f)s + fs] = k \cdot Fs$$

also genau so wie bei einer einfachwirkenden Pumpe.

Ist nun ferner n die Anzahl der Kolbenspiele oder Doppelhübe, bei einer durch eine Kurbel angetriebenen Pumpe die Anzahl der Umdrehungen in einer Minute, so ist

$$Q = \frac{n}{60} \cdot V = k \frac{n}{60} \cdot F \cdot s$$

die in einer Sekunde tatsächlich gelieferte Wassermenge. Bezeichnet man noch mit D den Kolbendurchmesser in Metern, so ergibt sich für eine einfachwirkende Pumpe

$$Q = k \cdot \frac{n}{60} \cdot \frac{D^2 \pi}{4} \cdot s = 0{,}0131 \, k\, n\, D^2 s \text{ cbm}$$

$$\text{und} \quad D = 8{,}738 \sqrt{\frac{Q}{k n s}} \text{ Meter}$$

und für eine doppeltwirkende Pumpe

$$Q = 0{,}0262 \, k\, n\, D^2 s \text{ cbm}$$

$$D = 6{,}179 \sqrt{\frac{Q}{k n s}}$$

Für eine Differentialpumpe ist ebenfalls

$$Q = 0{,}0131 \, k\, n\, D^2 s \quad \text{und} \quad D = 8{,}738 \sqrt{\frac{Q}{k n s}}.$$

Damit bei dieser beim Kolbenhingange ebensoviel Wasser zum Ausflusse gelangt wie beim Hergange, macht man, wie schon bei der Hubpumpe mit dicker Kolbenstange angedeutet wurde,

$$f = \tfrac{1}{2} F$$

also den Durchmesser des kleinen Kolbens

$$d = \sqrt{\frac{D^2}{2}} = 0{,}707 \, D$$

Ist v die mittlere Kolbengeschwindigkeit in der Sekunde, so ist

$$v = \frac{2 \cdot s \cdot n}{60} = \frac{s \cdot n}{30}$$

und wenn man dann diesen Wert in die oben mitgeteilten Formeln einsetzt, so nehmen dieselben folgende Gestalt an

Für eine einfachwirkende und eine Differentialpumpe ist

$$Q = 0{,}393\,k\,D^2 v \text{ und } D = 1{,}596\sqrt{\frac{Q}{k\,v}}$$

für eine doppeltwirkende Pumpe dagegen

$$Q = 0{,}786\,k\,D^2 v \text{ und } D = 1{,}128\sqrt{\frac{Q}{k\,v}}$$

Der Kolbenhub wird bei Handpumpen zu etwa 0,15 bis 0,30 m angenommen. Die mittlere Kolbengeschwindigkeit ist

bei Handpumpen $v = 0{,}15$ bis 0,30 m/sek,
bei kleinen Maschinenpumpen $v = 0{,}30$ bis 0,50 m/sek,
bei mittleren Maschinenpumpen $v = 0{,}5$ bis 1,0 m/sek,
bei großen Pumpen bester Ausführung $v = 1{,}0$ bis 2,0 m/sek.

Die Umdrehungs- oder Spielzahl, mit welcher man eine Kolbenpumpe laufen lassen kann, hängt zumeist von der Konstruktion und Beschaffenheit der Ventile ab; sie kann bei Gewichtsventilen bis zu 75, bei Federventilen bis zu 150 und bei Gummiklappen bis zu 300 in der Minute betragen.

Die Arbeit in Pferdestärken, welche beim Heben der Wassermenge Q cbm auf die Höhe H m (vgl. die Abb. 303 und 305) zu leisten ist, würde, wenn keine Widerstände zu überwinden wären, sein

$$N = \frac{1000 \cdot Q \cdot H}{75}.$$

Da sich aber, wie schon früher erwähnt wurde, der Bewegung des Wassers, welches die Röhren mit einer gewissen Geschwindigkeit zu durchströmen, Querschnitts- und Richtungsänderungen zu durchfließen und die Reibung zu überwinden hat, verschiedene Widerstände entgegenstellen, die wie eine Vergrößerung der Förderhöhe wirken, so muss die tatsächlich aufzuwendende Arbeit größer sein als oben angegeben, nämlich

$$N = k' \cdot \frac{1000 \cdot Q \cdot H}{75} \text{ PS.}$$

Hierin ist k' eine Zahl, welche die sämtlichen Widerstände berücksichtigt. Die genaue Berechnung der Gesamtwiderstandshöhe in den Rohrleitungen und Ventilen ist sehr umständlich und setzt eingehende Kenntnis der einzelnen Widerstände voraus. Es kann hier, dem Zwecke dieses Buches entsprechend, nicht näher darauf eingegangen werden. k' ist um so kleiner je größer die Pumpe ist und kann

bei sorgfältig ausgeführten Pumpen zu $k' = 1{,}15$ bis 1,25,
bei guten Pumpen zu $k' = 1{,}33$
und bei gewöhnlichen Pumpen zu $k' = 1{,}50$

angenommen werden.

Die Leistung eines Mannes an einer Handpumpe beträgt im Mittel 270 Meterkilogramm in der Minute oder 4,5 Meterkilogramm in einer Sekunde; im allgemeinen kann ein Mann bei Handbetrieb bis 45 Hübe in der Minute leisten.

Die Geschwindigkeit c, mit welcher das Wasser die Saugleitung durchströmt, wird im allgemeinen zu 0,5 bis 1,0 m in der Sekunde, die, mit welcher es durch die Steigrohrleitung getrieben wird, zu 1,0 bis 2,0 m angenommen.

Die nötigen Durchmesser dieser Leitungen bestimmt man demnach mit Hilfe der Gleichung

$$\frac{\pi d^2}{4} = \frac{Q}{c} \text{ zu } d = 1{,}128 \sqrt{\frac{Q}{c}}$$

Häufig findet man als Querschnittsfläche der Saug- und Steigrohre den halben Kolbenquerschnitt; in diesem Falle bewegt sich das Wasser mit der doppelten Geschwindigkeit des Kolbens durch die Rohrleitungen.

Bei Saughöhen von mehr als 5 Metern und bei Saugrohrlängen von mehr als 10 Metern ist stets ein Saugwindkessel zu empfehlen, der möglichst nahe an der Pumpe anzuordnen ist. Die Saugrohrleitung soll nach der Pumpe zu stetig ansteigen, darf durchaus keine Luftsäcke bilden und ist zweckmäßigerweise mit einem gut dichtenden Fuß- oder Brunnenventile im Saugkorbe auszurüsten, wie z. B. Abb. 311 eines veranschaulicht. Letzterer muss so tief unter Wasser liegen, dass keine Luft angesaugt wird; er muss sich aber so hoch über der Brunnensohle befinden, dass keine Unreinigkeiten in das Saugrohr gelangen können. Die Durchgangsöffnungen im Saugkorbe erhalten zusammen mindestens den doppelten Saugrohrquerschnitt und das Fußventil bekommt den anderthalbfachen Rohrquerschnitt.

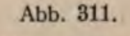
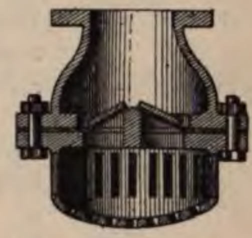


Abb. 311.



Die Steigrohr- oder Druckleitung soll von der Pumpe weg stetig ansteigen. Ist diese stetige Steigung nicht ausführbar, sondern müssen liegende mit stehenden Rohrstrecken vereinigt werden, so ist, wenn irgend möglich, der wagerechte Teil unmittelbar an die Pumpe anzuschließen und der ansteigende Teil an das Ende der Leitung zu verlegen. Empfehlenswert ist es in manchen Fällen, unmittelbar hinter der Pumpe ein Rückschlagventil in die Steigleitung einzuschalten.

Auf die Zweckmäßigkeit der Anordnung eines Druckwindkessels, möglichst nahe über dem Druckventile, wurde schon früher hingewiesen.

Auch die sorgfältigst ausgeführten Pumpen können zuweilen versagen, wenn sie nicht gehörig überwacht werden. Als Ursachen dieses Versagens sind in erster Linie Undichtheiten in den Ventilen, in der Saugleitung und in den verschiedenen Stopfbüchsen zu nennen. Auch zu hohe Temperatur des anzusaugenden Wassers, ferner die Bildung von Luftsäcken und das Sinken des Unterwasserspiegels, wodurch eine übermäßige Vergrößerung der Saughöhe erzeugt werden kann, sowie endlich Verstopfungen in der Saugleitung verursachen nicht selten das Versagen der Kolbenpumpen.

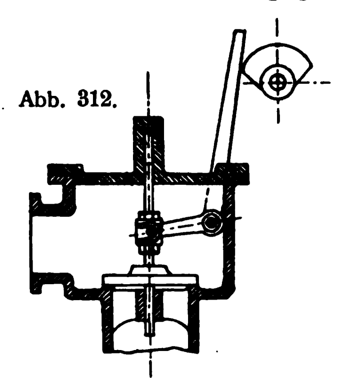
Pumpenventile und Pumpenkolben.

Die Ventile, welche zur Regelung des Wasserdurchflusses durch die Pumpen dienen, sind entweder selbsttätig und werden beim Gange der Pumpen abwechselnd durch das von unten gegen sie anströmende Wasser geöffnet und durch das über ihnen stehende Wasser, sowie durch ihr eigenes Gewicht oder eine auf sie einwirkende Feder geschlossen oder sie werden gesteuert. Da das Ventil bei der Kolbenumkehr nicht augenblicklich schließen kann, so wird stets

eine kleine Wassermenge durch die Ventilöffnung zurückfließen ehe der völlige Ventilschluss erreicht ist. Um diesen Wasserverlust möglichst gering zu machen, müssen die Ventile schnell schließen. Dieselben werden beim Öffnen um eine gewisse Höhe gehoben, die von der Geschwindigkeit, mit welcher die Pumpe arbeitet, also von der Spielzahl derselben, abhängt. Dieser Hub beträgt bei den meisten Ventilen ungefähr $^1/_{10}$ bis $^1/_4$ der Durchflussweite des Ventiles, kann unter Umständen aber auch beträchtlich größer angenommen werden, was z. B. bei den gesteuerten Ventilen der Fall ist. Den Querschnitt der Ventilöffnungen macht man zweckmäßigerweise gleich der Hälfte der Kolbenfläche, mindestens aber gleich einem Viertel derselben; die Öffnungen in einem Ventilkolben sind so groß wie nur immer möglich herzustellen.

Ein Ventil steigt um so weniger hoch je schwerer es ist und wird daher auch um so sicherer und schneller schließen. Da aber das Gewicht den Ventilwiderstand vergrößert, so darf mit demselben nicht zu weit gegangen werden. Gewichtsventile sind für schnelllaufende Pumpen weniger geeignet als Federventile. Bei diesen wird der Ventilschluss durch eine Feder bewirkt, weshalb die Ventile entsprechend leichter gehalten werden können. Die gesteuerten Ventile öffnen zwar selbsttätig, sie werden aber durch eine von außen auf sie einwirkende Steuerung geschlossen (vgl. Abb. 312). Sie haben den Zweck, einen großen Ventilhub mit einem rechtzeitigen Ventilschlusse zu vereinigen. Über den Wert dieser gesteuerten Ventile sind die Meinungen geteilt.

Abb. 312.



Der Form nach unterscheidet man Klappen-, Teller-, Kegel- und Kugelventile. Zu jedem Ventile gehört ein Ventilsitz, auf den das Ventil dicht passen muss. Der Sitz besteht aus Gusseisen, Bronze, Rotguss oder dergl. Die Ventile werden aus denselben Stoffen oder aus Hartgummi hergestellt. Die Dichtung erfolgt bei den Metallventilen durch Aufschleifen der Ventile auf die Ventilsitze oder durch Benutzung der eines besonderen Dichtungsstoffes wie Leder, Holz, Gummi, Vulkanfiber usw. Diese Stoffe sind für nicht ganz reines Wasser brauchbar, Holz ist namentlich für sandführendes Wasser geeignet, Gummi wird bei warmem Wasser angewendet.

Wie auf die gute Dichtung der Ventile, so ist auch auf die der Pumpenkolben großer Wert zu legen.

Im folgenden sollen nun einige Kolben und Ventile etwas näher betrachtet werden.

Abb. 313 zeigt ein Klappenventil. Die Dichtung der Klappe besteht aus einem Stück in Talg und Öl getränkten Leders, das oben und unten mit eisernen Platten versteift und beschwert ist. Der Ausschlag solcher Klappen beträgt gewöhnlich etwa 30° und wird meist durch einen besonderen Anschlag begrenzt. Klappenventile kommen bei den gewöhnlichen kleinen Hebepumpen vielfach zur Ausführung. Abb. 314 veranschaulicht eine solche einfache Klappe, wie sie bei hölzernen Haus- und Hofpumpen benutzt wird. Auch die durch-

lochten Kolben dieser Pumpen sind meist mit Klappventilen ausgerüstet. So stellt Abb. 315 einen solchen Ventilkolben dar. Der Kern dieses Kolbens ist ein unten abgesetzter und mit einem Schraubengewinde versehener, hohler Metallzylinder b, auf welchen ein kappenförmiger Lederstulp w gezogen und durch die Schraubenmutter x befestigt ist. Das einfache Klappenventil *a* besteht, wie im vorigen Beispiele, aus zwei Metallplatten, zwischen welche eine eingefettete Lederscheibe eingelegt ist. Ein vorspringender Lappen dieser Lederscheibe dient als Scharnier oder Gelenk und ist mittels eines darübergelegten Metallstreifens z durch zwei Schräubchen auf dem Kolben befestigt. Der Kolben selbst ist mittels des zugleich als Anschlag dienenden Bügels v mit der Kolbenstange d verbunden. Die Kolbenstange ist an ihrem oberen Ende geführt und erhält ihre auf- und abgehende Bewegung durch die beiden Flügelstangen h, die um den Bolzen c, schwingen können.

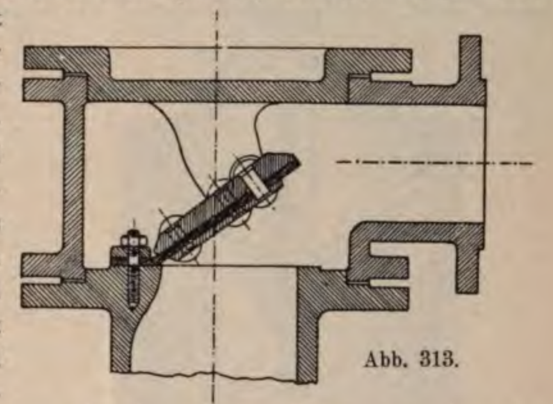


Abb. 313.

Der in Abb. 316 dargestellte Kolben G hat ebenfalls Lederdichtung und ist mit zwei Lederklappen versehen; auch das Saugventil H auf derselben Abbildung trägt zwei Lederklappen.

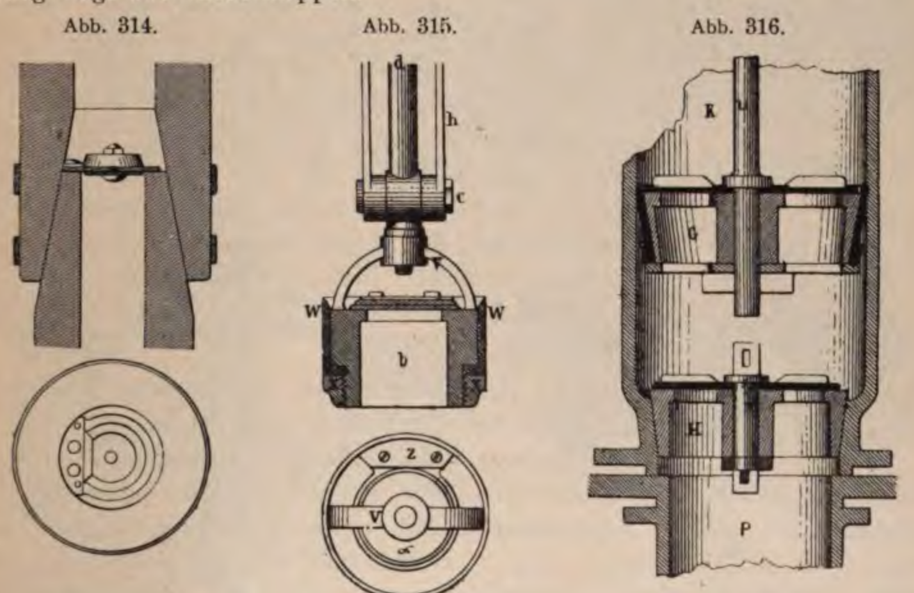


Abb. 314. Abb. 315. Abb. 316.

Die Abbildungen 317 bis 319 zeigen eine von Westmeyer mitgeteilte eigentümliche Ventilkolbenkonstruktion. Wie aus Abb. 317 zu ersehen ist, hat der Kolben keine besondere Liderung; es bildet vielmehr die Ventilklappe, die aus einer Leder- oder Kautschukplatte hergestellt ist, zugleich die Dichtung

oder Liderung an der Zylinderwand, wie bei a zu erkennen ist. Der eigentliche Kolbenkörper, den Abb. 318 im Grundrisse darstellt, besteht bei dieser Ventilart gewöhnlich aus Messingguss. Der Kolben ist an seinem äußeren Rande so abgedreht, dass er ziemlich anschließend aber doch lose in das Kolbenrohr passt. Die obere Fläche des Kolbens, auf dem die Klappe c liegt, ist trichterförmig nach der Mitte vertieft und abgedreht. Die Kolbenstange d hat über der Kolbenfläche einen Bund e, mittels dessen die Klappe c in der Mitte festgehalten wird.

Abb. 317.

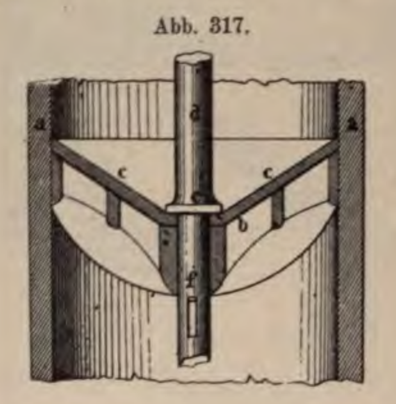


Abb. 318.



Stange, Klappe und Kolben sind durch einen Keil fest miteinander verbunden. Die Klappe c ist also ein Trichter, welcher den Kolbenumfang etwas überragt und dadurch bei a gleichzeitig die Kolbenliderung mit bildet. Damit sich nun die Klappe beim Niedergange des Kolbens leicht öffnen und beim Aufgange desselben leicht schließen kann, ist sie vom Umfange nach der Mitte zu durch die beiden Schnitte k so aufgeschnitten, dass sie auf jeder Seite des Loches in der Mitte, durch welches die Kolbenstange gesteckt ist, noch einige cm zusammenhängt, wie bei g zu erkennen ist. Die Schnitte stehen nicht senkrecht auf der Lederfläche, sondern sind um 45° gegen dieselbe geneigt, damit die eine Klappenhälfte die andere überdeckt und den Schnitt so dicht verschließt, dass der aufgehende Kolben das durch den Ledertrichter getretene Wasser nicht wieder zurückfallen lässt.

Abb. 319.



An den Hebepumpen von kleinem Durchmesser lässt sich bei den vorhin beschriebenen Klappen auf dem Kolben, die erforderliche freie Querschnittsfläche für den Durchgang des Wassers nur schwer erreichen. Es ist daher manchmal vorteilhaft, ein kleines sogenanntes Glockenventil auf dem Kolben anzubringen, wie Abb. 320 zeigt. Die Abb. 321 gibt ein anderes Glockenventil wieder, welches mit einer Lederringdichtung versehen ist. Die Glockenventile sind Doppelsitzventile. Bei denselben lassen sich Versteifungsrippen nicht gut anbringen; sie verziehen sich daher leicht, wenn sie einen großen Durchmesser haben und werden dann undicht. Bei diesen Doppelsitzventilen wird der Hub zu $^1/_8$ bis $^1/_7$ des Durchmessers angenommen. Die sogenannten Becher-

ventile haben vor den Glockenventilen den Vorteil, dass nicht nur der Sitz, sondern auch das Ventil mit Rippen versehen werden kann. In Abbildung 322 ist ein Ventilkolben mit Becherventil dargestellt. Der Kolben ist aus Gusseisen hergestellt und mit drei federnden Metalldichtungsringen versehen. Das Becherventil B hat seine Führung auf der Kolbenstange; sein Hub wird durch einen

Abb. 320.

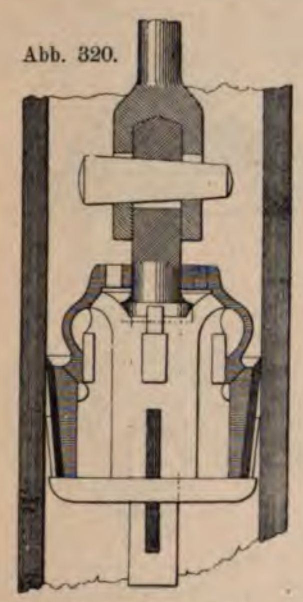
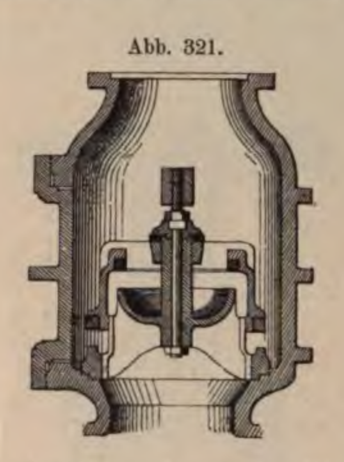


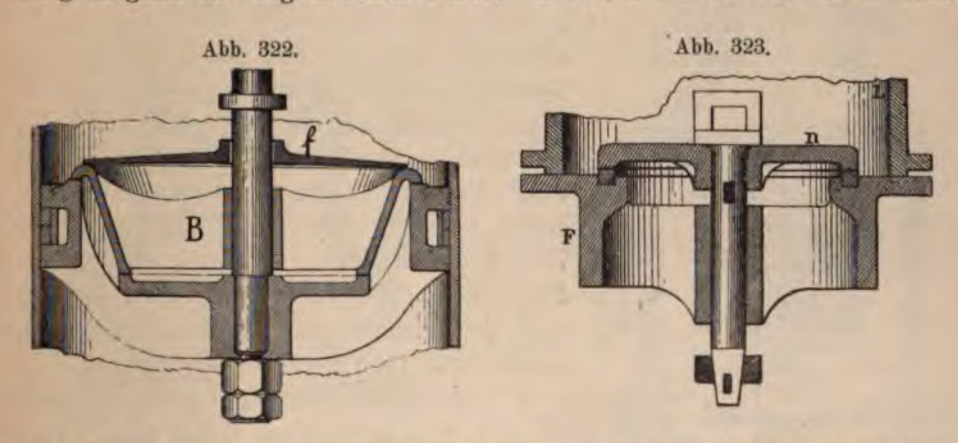
Abb. 321.



Bund an der Stange begrenzt. Die Feder f ist aufgelegt, um allzuheftige Stöße zu vermeiden.

Abb. 323 veranschaulicht ein Scheiben- oder Tellerventil. Ventile von gleicher oder ähnlicher Konstruktion werden jetzt bei kleinen Pumpen wohl von allen Ventilen am meisten benutzt. Kleinere derartige Ventile sind gewöhnlich in Sitz und Ventil aus Messing oder Rotguss, größere Ventile macht man meist aus Gusseisen, wie auch bei dem in der Abbildung dargestellten angenommen wurde. In den Sitz F ist bei diesem Ventile

Abb. 322. Abb. 323.

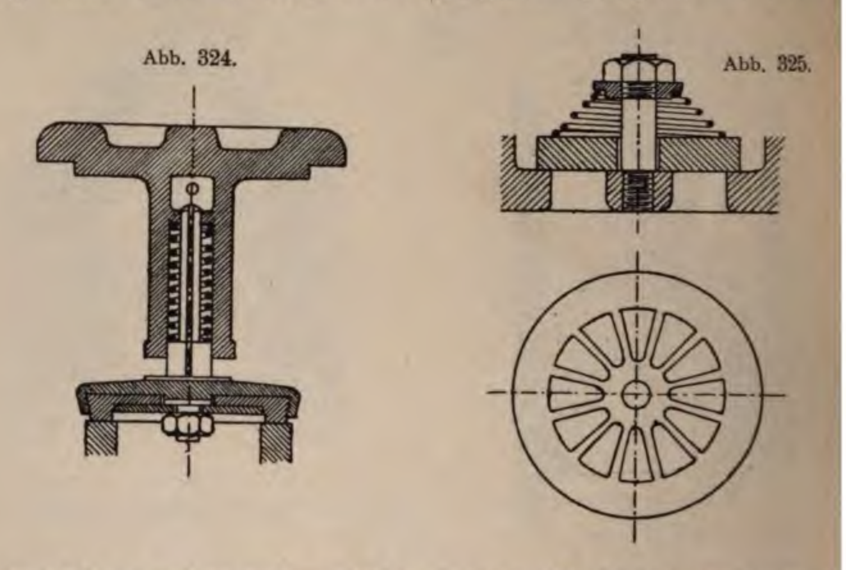


ein Ring von Holz, Hartgummi oder Metall eingelegt, auf welchem das Ventil dicht aufliegt. Der Hub dieser Ventile wird gleich $^1/_4$, besser noch gleich $^1/_3$ des Durchmessers angenommen. Der lichte Durchmesser des Ventilgehäuses L ist so groß zu wählen, dass der ringförmige Raum zwischen n und L mindes-

tens den gleichen Flächeninhalt hat wie der Ventildurchgang, damit die Bew[...] des Wassers nicht erschwert wird.

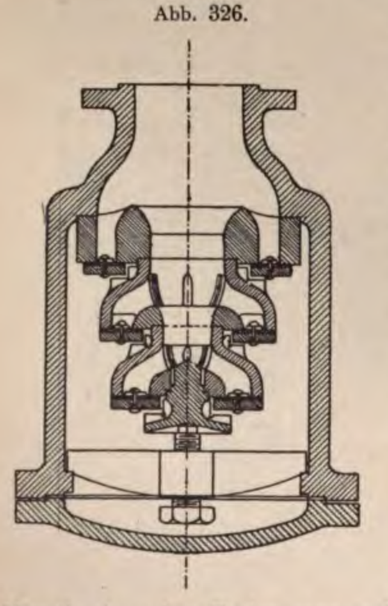
Ein für große Hubzahl und geringe Pressung bestimmtes von Bach [...] gegebenes Tellerventil ist in Abb. 324 dargestellt. Bei demselben wird [...] Dichtung durch einen zwischen zwei Metallplatten gelegten, mit einem [...]

Abb. 324. Abb. 325.



stehenden Rande versehenen Gummiteller erreicht. Zur Beförderung des ra[...] Abschlusses ist das Ventil durch eine Feder belastet. Dasselbe ist be[...] Ringventile Abb. 325 der Fall. Solche und ähnliche Ventile werden man[...] zu mehreren auf einer gemeinsamen Sitz[...] angeordnet. Bei dem durch Abb. 326 [...] schaulichten Ringventile von Thom[...] bestehen die Ventilringe aus Schmiede- [...] Gusseisen und sind mit Lederplatten be[...] Diese Ringventile haben den Zweck, bei [...] großen Durchflussquerschnitt mit einem ge[...] Ventilhube auszukommen. Das Wasser [...] dann bei jedem Ring zu beiden Seiten [...] selben aus; bei dem in Abb. 325 gezeic[...] einfachen Ringventile ist dies jedoch nic[...] Fall. Dort kann das Wasser nur an der A[...] seite durchfließen und das Ventil muss d[...] einen größeren Ventilhub erhalten.

Abb. 326.



Die Ringe können wie in der letzte[...] bildung in verschiedener Höhe liegen, k[...] sich aber auch, wie in Abb. 327 dargest[...] derselben Ebene befinden. Auch bei [...] Ventile ist eine Feder vorgesehen, die zur Beschleunigung des Ventilsc[...] bestimmt ist.

Die Abb. 328 zeigt ein einfaches Kugelventil. Die Kugelventile zeichnen
durch ihre leichte Auswechselbarkeit aus. Die Kugeln bestehen meist aus
:all, mit oder ohne Gummiüberzug. Andere Ventile, bei denen der beweg-
e Ventilkörper keine ganze Kugel ist, sondern nur einen Teil einer solchen
stellt, sowie Kegelventile werden später bei der Besprechung einzelner
npen noch Erwähnung finden und können deshalb hier außer Betracht bleiben;
das in Abb. 328 gezeichnete Körtingsche neue Gummiringventil (D. R.-P.)

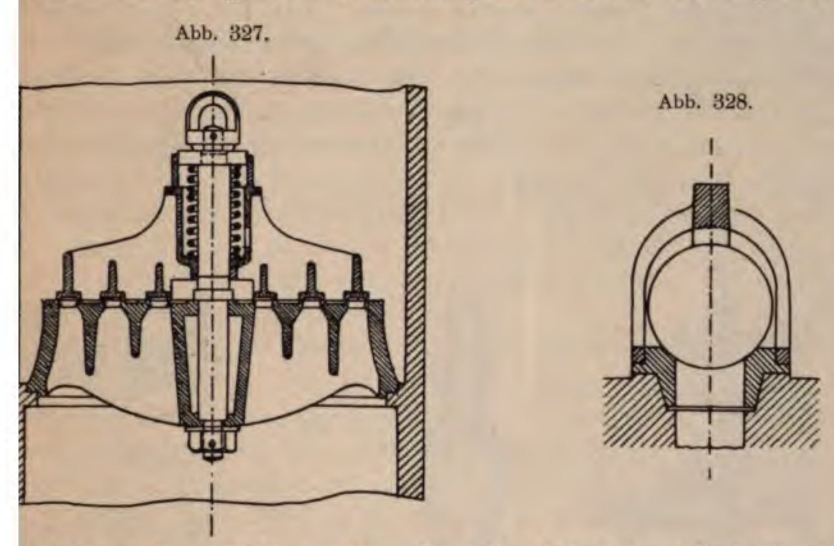


Abb. 327. Abb. 328.

g hier noch erwähnt werden. Dasselbe hat einen zylinderförmigen Körper,
mit ringförmigen Durchbrechungen versehen ist. Diese eingedrehten Schlitze
d nach außen erweitert und dienen den Gummiringen zum Sitze. Solche Ventile
eiten geräuschlos und eignen sich auch für schnelllaufende Pumpen.

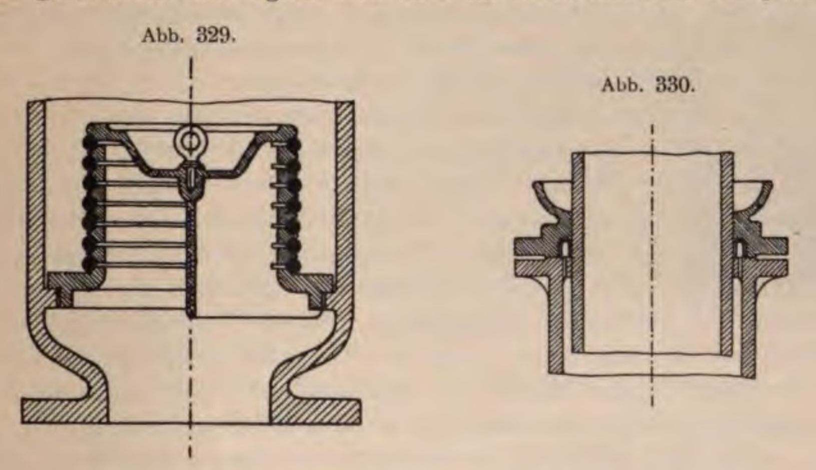
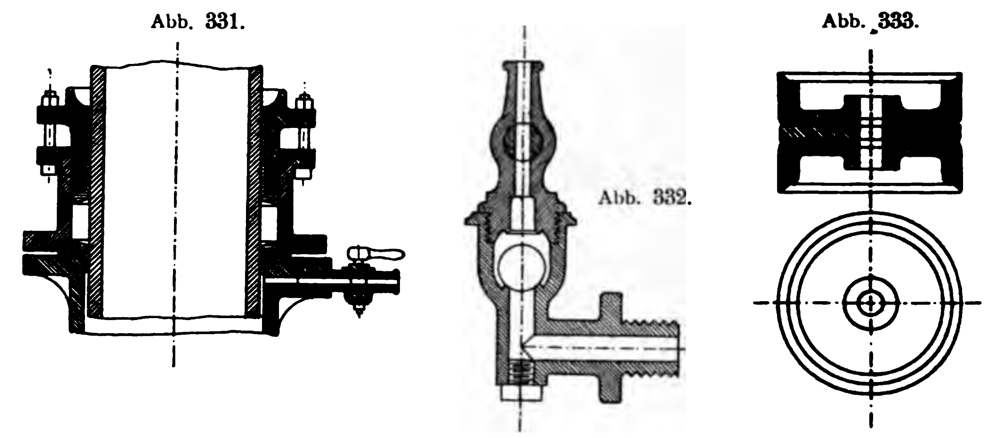


Abb. 329. Abb. 330.

Es mögen nun noch einige Bemerkungen über Pumpenkolben folgen.
b. 330 zeigt, wie ein Taucher- oder Mönchkolben durch einen Leder-
lp abgedichtet werden kann; das Druckwasser im Pumpenzylinder tritt durch
e Anzahl von Bohrungen in das Stulpinnere und presst das Leder, das gut

eingefettet sein muss, dicht an den Kolben. Abb. 331 veranschaulicht eine viel-fach benutzte einfache Stopfbüchsendichtung. In der Abbildung ist auch ein Hahn gezeichnet, der am oberen Zylinderrande angebracht ist und zum Ablassen der sich im Zylinder ansammelnden Luft dient. Dieser Hahn kann von Zeit zu Zeit geöffnet werden und mündet, wie gezeichnet, entweder ins Freie oder in die Steigleitung der Pumpe. In letzterem Falle ist er in einem Verbindungsrohre zwischen dem Pumpenstiefel und dem Druckrohre eingebaut und kann dann auch beim Anfüllen der Pumpe benutzt werden. Die Luftventile können auch selbsttätig arbeiten, wie z. B. die Abbildung 332 erkennen lässt. Dieses von Reuleaux angegebene Kugelventil lässt die Luft ins Freie ausströmen. Für die Kugel sind zwei Sitzflächen vorgesehen. Beim Kolbenaufgange befindet sich die Kugel auf dem unteren Sitze. Sie wird beim Kolbenniedergange von demselben abgehoben, lässt dabei zunächst die Luft entweichen und wird dann vom nachströmenden Wasser gegen den oberen Sitz gedrückt. Alle derartigen Ent-


Abb. 331. Abb. 332. Abb. 333.

lüftungsvorrichtungen werden überflüssig, wenn man den Aufbau der Pumpen so ausführt, dass im Innern derselben keine Luft sich ansammeln, sondern unmittelbar in die Steigleitung überströmen kann.

Ein Scheibenkolben mit Lederdichtung für eine doppeltwirkende Pumpe ist durch Abb. 333 veranschaulicht. Die Lederstulpen werden gut eingefettet durch eine besondere Presse in die gewünschte Form gebracht und dann so wie die Abbildung zeigt, in den Kolben eingebaut. Zwischen die beiden Stulpen wird eine Metallscheibe eingelegt, die einen etwas geringeren äußeren Durchmesser als die Zylinderweite hat. Oberhalb und unterhalb der Lederdichtung befinden sich zwei gefäßartige Metalldeckel, die eine Verunstaltung der Lederstulpen, welche sonst beim Arbeitsgange der Pumpe leicht eintreten könnte, verhindern. Derartige Kolben werden bei sandhaltigem Wasser angewendet.

Zwei andere Kolbenkonstruktionen, die seiner Zeit von Büttgenbach angegeben wurden und ebenfalls für sandführendes, sowie auch für salzhaltiges Wasser empfohlen werden, zeigen die Abbildungen 334 und 335. Bei ersterem besteht der Kolbenkörper aus zwei Buchenholzklötzen b, die bei c mit schmiedeeisernen Ringen fest umzogen und unten und oben mit einem eingedrehten Absatze versehen sind. Die Ringe werden so abgedreht, dass sie mit einem

ielraume von 1 bis $1^1/_2$ Millimeter in den Pumpenstiefel passen. Zwischen e beiden, etwa 10 mm voneinander abstehenden Holzklötze wird ein Kautschukg eingelegt, welcher ebenfalls leicht in den Pumpenstiefel eingeführt werden nn. Sind die Kolbenteile auf der Kolbenstange a befestigt und in den Pumpenefel eingelassen, so zieht man die Mutter g an. Infolgedessen wird durch rmittelung der oben und unten angebrachten, abgedrehten Eisenplatten e und r Schraubenmutter f der Kautschukring breit gedrückt und der Kolben dichtet.

Für kleinere Kolben empfiehlt sich mehr die aus Abb. 335 ersichtliche ordnung. Hier finden sich zwei, durch eine Zwischenlage getrennte Kauthukringe k, welche durch die Deckplatten e beim Anziehen der Mutter g gen die Zylinderwand angepresst werden.

Abb. 334.

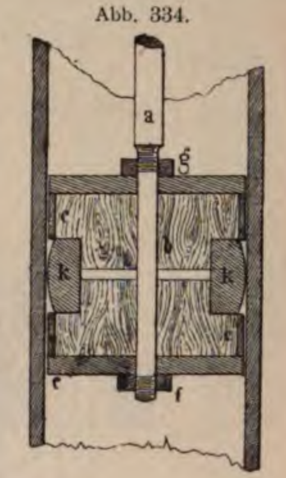
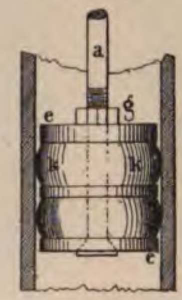


Abb. 335.



nfach- und doppeltwirkende Kolbenpumpen.

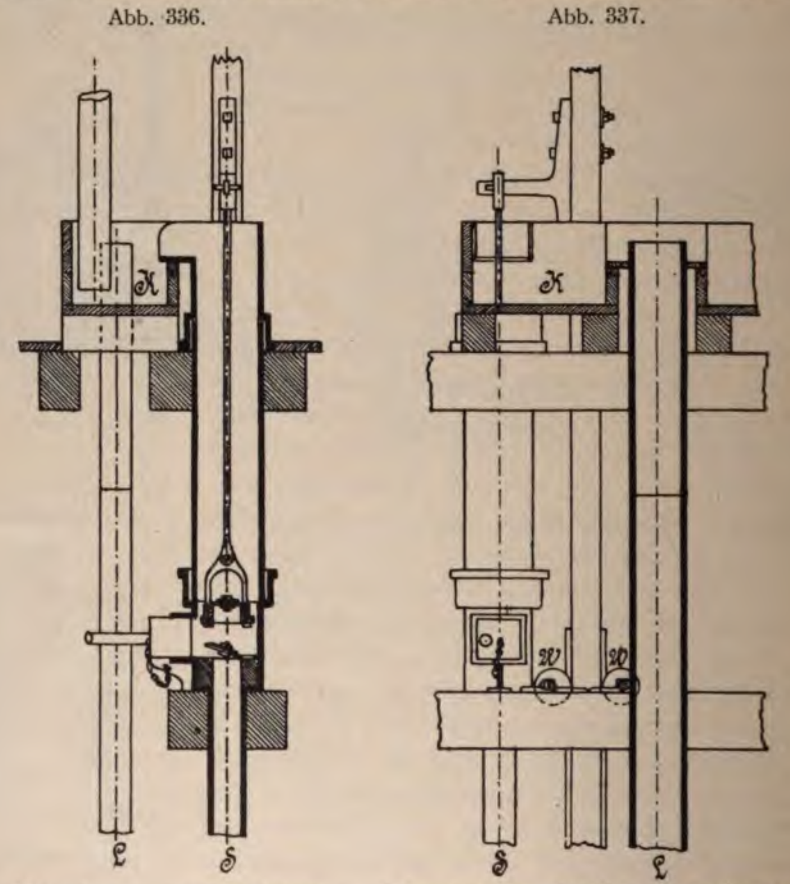
Hierher gehören die in den Bergwerken gebräuchhen Saug- und Hubsätze, von denen einige als Beiiele im folgenden zu besprechen sind.

Die Abbildungen 336 und 337 veranschaulichen ien der Saugsätze, wie sie in den Freiberger Erzuben hie und da noch in Tätigkeit sind. Der gussserne Pumpenzylinder oder Pumpenstiefel besteht bei iem solchen Saugsatze aus einem einfachen Rohre, m Kolbenrohre, das innen ausgebohrt ist. Das tere Ende des Kolbenrohres sitzt in einer an das tere Satzstück, d. h. an das Ventilgehäuse angessenen Muffe, während das obere Ende in einer deren Muffe steckt, die sich am oberen Satzstücke, m Ausgusse oder dem Kopfe, befindet. Das untere tzstück, an welches das Saugrohr angeschlossen ist, thält ein auf einem auswechselbaren Holzsitze, dem genannten Ventilstocke, befestigtes Lederklappenntil und ist seitlich mit einer durch einen hölzernen und verschließbaren Öffnung versehen, durch welche s Saugventil zugänglich gemacht wird. Der Kolben thält ebenfalls Lederklappen und ist mittels einer ibelung an eine eiserne Kolbenstange befestigt. Diese olbenstange ist sodann an einen am Schacht- oder unstgestänge durch Schrauben befestigten Arm, einen Krumms angehängt. a sich infolge dieser Befestigungsweise das Schachtgestänge beim Arbeitsgange egen würde, wenn man es nicht verhinderte, so wird das Gestänge in entrechenden Abständen durch Gestängewalzen W geführt.

Das gehobene Wasser gelangt durch den Ausguss in den Satzkasten K, er dessen Boden das Saugrohr des nächst höheren Saugsatzes einmündet. enn dieser aus irgend einem Grunde einmal weniger Wasser ansaugen sollte, s durch den unteren Saugsatz in den Satzkasten gelangt, so wird dasselbe in

diesem Kasten so hoch ansteigen, dass ein Teil davon durch ein hölzernes Rohr von viereckigem Querschnitte, eine sogenannte Lutte oder Abfalllutte L, aus dem oberen in den unteren Satzkasten zurückfällt, aus dem es dann durch das Saugrohr S wieder angesaugt wird. Baut man zwischen das Kolbenrohr und das obere Satzstück eines solches Saugsatzes eine Reihe von Steigröhren ein, so entsteht ein sogenannter hoher Satz oder Hubsatz, wie in Abb. 338 einer skizziert ist. Ein solcher Satz erhält zwei Ventilgehäuse, die sich ober- und unterhalb des Kolbenrohres befinden und wie aus der Skizze hervorgeht, mit Deckelplatten zu verschließen sind. Das untere Gehäuse macht das Saugventil, das obere den Ventilkolben zugängig. Derartige Sätze werden bei Wasserhaltungsanlagen in Bergwerken häufig als tiefste Pumpen benutzt, weil sie auch unter Wasser arbeiten und bei einem Aufgehen der Wasser nicht

Abb. 336. Abb. 337.



leicht in Unordnung geraten können. Den bei den beiden eben besprochenen Pumpen vorkommenden Ventilkolben kann man durch ein Rohr ersetzen, das in seinem Inneren ein Ventil enthält und oben über dem unteren Teil der Steigleitung, sowie unten in dem oberen Teile der Saugleitung auf- und abbewegt wird. Der untere Teil des Steigrohres und der des Kolbenrohres werden dann glatt gedreht und die Dichtung erfolgt durch Stopfbüchsen. Derartige Konstruktionen rühren von Althans und von Rittinger her und werden manchmal Perspektiv-

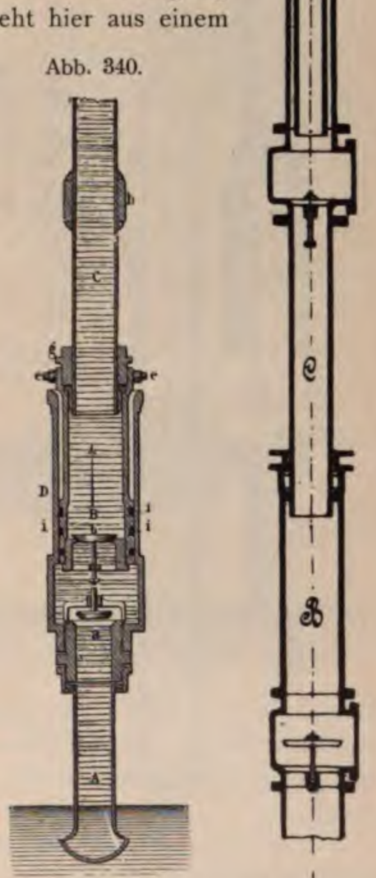
pumpen genannt. Abb. 339 zeigt die Skizze eines Rittingersatzes, bei dem A und B die feststehenden Teile sind, während C das auf- und abbewegte Kolbenrohr darstellt. Die Bewegung desselben erfolgt meist durch ein außerhalb der Pumpe liegendes Scherengestänge, so dass der Querschnitt der Steigleitung nicht wie bei der vorigen Pumpe durch das Gestänge verengt wird. Durch geeignete Abmessung der Durchmesser der abgedrehten Teile kann man es erreichen, dass die Perspektivpumpen beim Aufgange sowohl als beim Niedergange des Kolbenrohres Wasser zum Ausgusse bringen.

Abb. 338.

Abb. 339.

Eine ganz ähnliche Einrichtung zeigt die für Handbetrieb eingerichtete Pumpe von Althans, die durch Abb. 340 im Schnitte und durch 341 und 342 in zwei Ansichten dargestellt ist. Man erkennt aus den Zeichnungen die Verbindung des Saugrohres A mit dem unten erweiterten Kolbenrohre D, sowie die Befestigung des Saugventils a. Der Kolben besteht hier aus einem Rohre B, welches an seinem unteren, etwas kolbig geformtem Ende mit sogenannter Hentschelscher Liderung versehen ist. Es sind dabei in den Kolben B von außen drei schmale Nuten i eingedreht, in welche schmale Lederstreifen eingelegt werden. Der Kolben besitzt oben zwei Warzen e, an welche die beiden Lenkstangen f gehängt sind. Das Steigrohr C ist oben bei h mittels der aus zwei Hälften bestehenden Hülse gehalten, deren eine Hälfte gleich an den Hals E des auf die Fußplatte l aufgeschraubten Gestelles angegossen ist, während die andere wie der Deckel eines Zapfenlagers angeschraubt werden kann. Das den Kolben bildende Rohr B trägt oben eine Art Stopfbüchse g, welche sich auf dem außen abgedrehten Steigrohre C luft- und wasserdicht auf- und abschieben lässt. Die Einrichtung, welche dazu dient, den Kolben in Bewegung zu setzen, erhellt hinreichend aus den Abbildungen. Durch Umdrehung des mit der Schwungradachse verbundenen Krummzapfens oder der Kniewelle n wird die Pleuelstange o, welche unten die

Abb. 340.



wagrecht liegende, die beiden Hebel q miteinander verbindende Welle p
fasst, auf- und niederbewegt, wodurch sofort auch die beiden Hebel q, wel
ihre Drehpunkte in c haben und mit ihren anderen Enden d in die Lenk- o
Hubstangen f beweglich eingehängt sind, samt diesen letzteren und dem Kol
auf- und abbewegt werden. Da der innere Durchmesser des Rohres B
nahezu $^5/_7$ von dem innern Durchmesser des Rohres D beträgt, so dass seine Q
schnittsfläche nur halb so groß ist wie die des letzteren, so wird beim Kolben
gange doppelt so viel Wasser in den Stiefel eintreten, als beim darauf folg
den Kolbenniedergange in dem Kolbeninnern Platz hat. Es wird sich also b
tiefsten Kolbenstande nur noch die Hälfte des eingetretenen Wassers in B
finden, während die andere Hälfte durch das Steigrohr C austreten musste.
wird also sowohl während des Kolbenaufganges als auch während des Nied

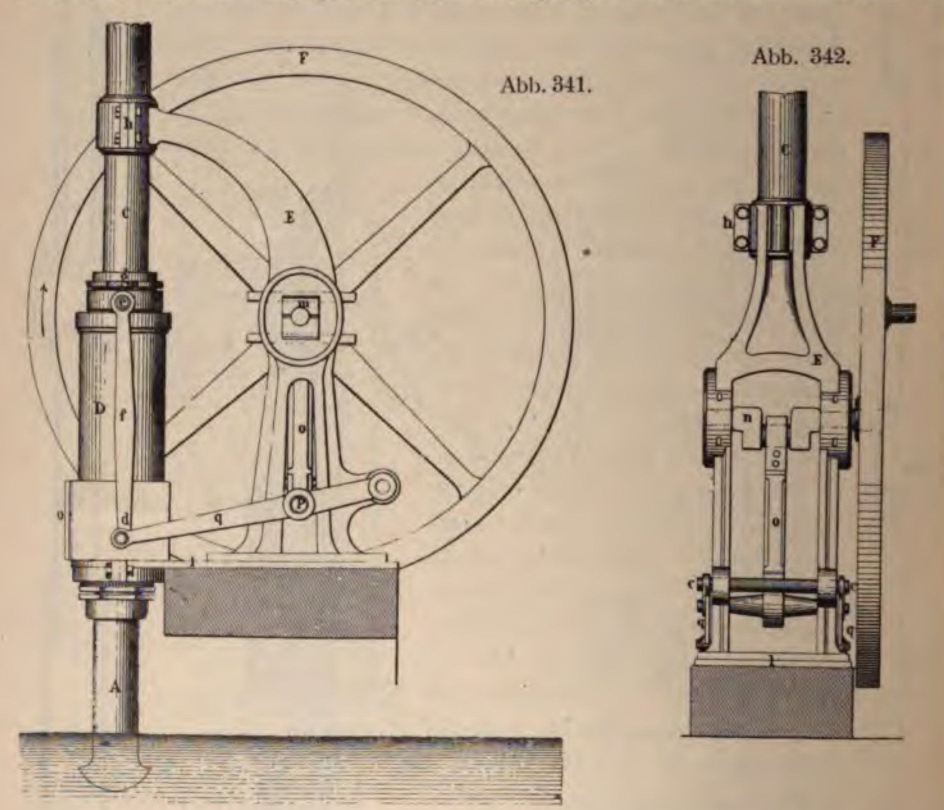


Abb. 341.

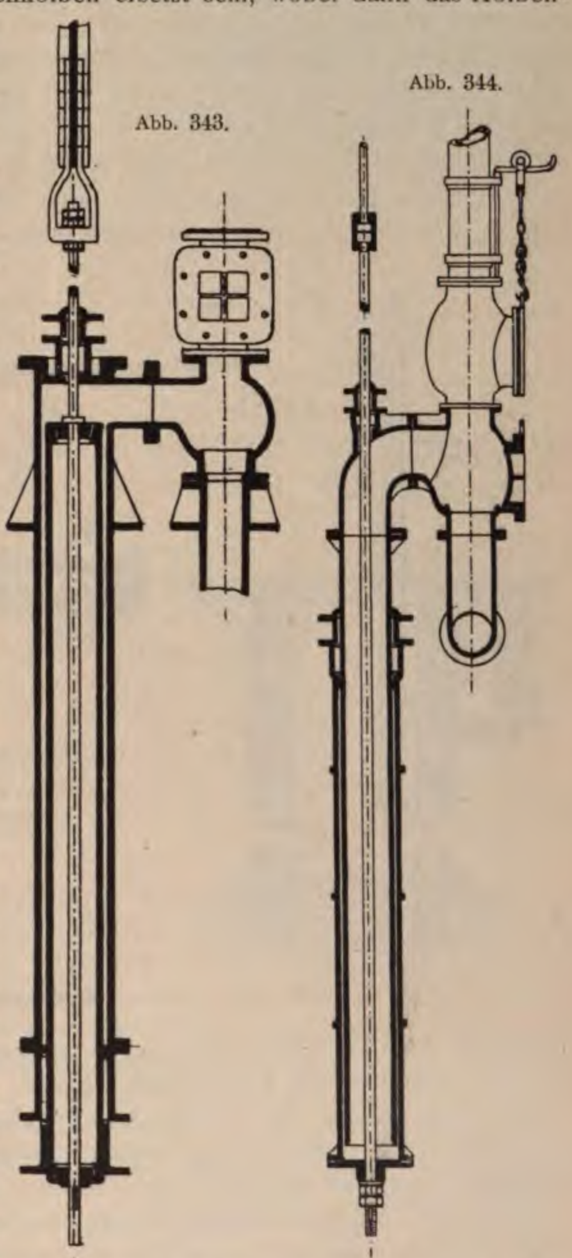
Abb. 342.

ganges Wasser durch das Steigrohr hinausgetrieben. Hierdurch wird auf die
einfachste Weise ein gleichförmiges Ausströmen des Wassers, sowie zugleich
auch eine sehr gleichförmige Verteilung der Widerstände für die Betriebskraft
erzielt.

Die zuletzt besprochenen Pumpen werden einachsig genannt, weil bei
ihnen die Achsen der Saug-, Kolben- und Steigrohre in eine gerade Linie zu
sammenfallen. Bei den Hubpumpen, die nicht mit Ventilkolben, sondern mi
vollem Scheibenkolben oder mit Mönchkolben ausgerüstet sind, müssen, wi
'on früher angedeutet wurde, die Saug- und Steigrohre oder doch wenigsten

ren neben das Kolbenrohr verlegt werden. Solche Pumpen nennt achsig.

343 zeigt eine solche zweiachsige Hubpumpe, einen sogenannten -, Zug- oder hohen Hubsatz mit Mönchkolben. Der letztere könnte auch durch einen Scheibenkolben ersetzt sein, wobei dann das Kolben- offen sein würde. Die des Scheibenkolbens s auch die der in der dargestellten hängen- büchse ist schwer dicht weshalb man statt der en erwähnten Konstruk- sser die durch Abb. 344 ılichte, von Kley an- Konstruktion anwendet. tilhäuser erhalten bei en Pumpen aus Festig- ksichten Kugel- oder n.


Abb. 343.
Abb. 344.

ıbb. 344 ist ein kleiner, teigleitung drehbar be- Kran gezeichnet, mit sen man die Ventil- ckel leicht abnehmen eite schieben kann. Die nd in den beiden letzten ren weggelassen worden die Ventilsitze sind ge-

sehr einfache Pumpen en den besprochenen die Hebepumpen zu vie sie als Haus-, Hof- npumpen vielfach an- werden. Abb. 345 zeigt Skizze die allgemeine g einer solchen Pumpen- Die Pumpe ist auf die deckung gestellt. Das r ist, je nach der Tiefe ens, kürzer oder länger so dass sich der Kolben tung einer passenden Saughöhe in entsprechender Tiefe befindet und entweder eine reine Saugpumpe oder eine Saug- und Hebepumpe hmal wird auch für den Kolben ein besonderer Arbeitszylinder

angewendet, der sich in beliebiger Tiefe des Brunnens befindet. Diese A
nung ist da zu empfehlen, wo die Gefahr des Einfrierens vorliegt. Um le
zu vermeiden ist auch für die Möglichkeit der Entwässerung des Pu
zylinders zu sorgen. Vor dem Brunnenschachte ist ein kleiner Schrot angeb
über dem sich der Ausguss der Pumpe befindet. Das aus diesem Au
strömende Wasser gelangt, wenn es nicht durch untergehaltene Gefäße
gefangen wird, in den oben mit einem eisernen Gitter oder Roste abgede
Schrot und wird aus diesem durch eine besondere Entwässerungsleitun
geführt. Hie und da fließt es auch aus dem Schrote in den Brunnen
zurück, doch ist dies im allgemeinen nicht zu empfehlen.

Hölzerne Hebepumpen werden noch vielfach bei Haus- und Hofbr
benutzt, weil sich das Wasser in ihnen besonders frisch erhält. Sie werd

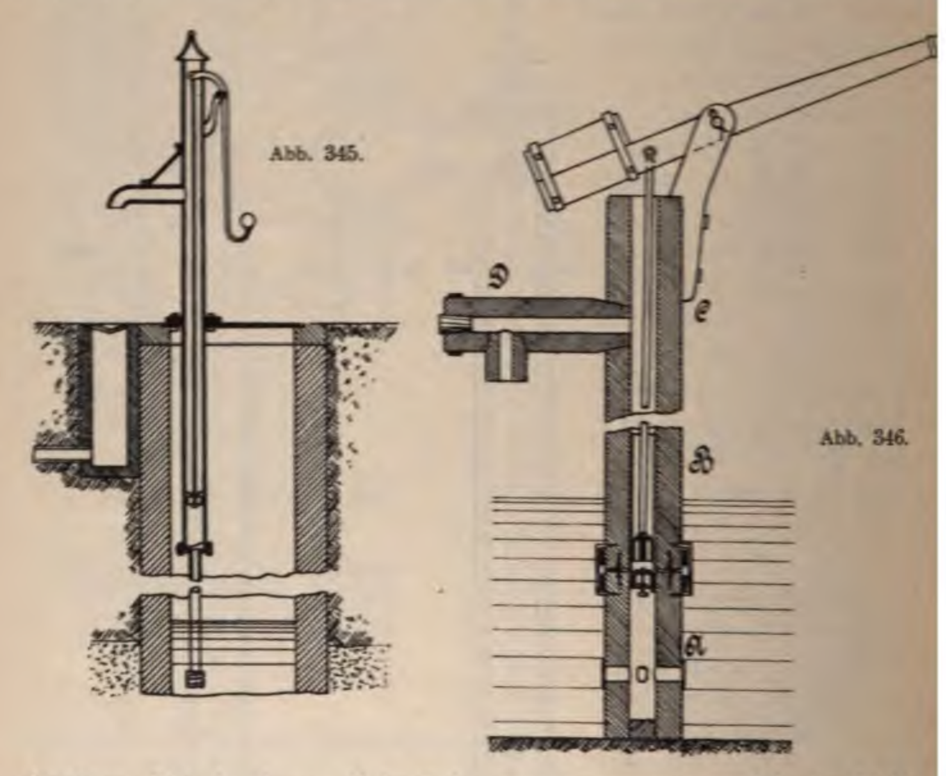


Abb. 345.

Abb. 346.

einzelnen, 3 bis 4 m langen Rohrstücken zusammengesetzt, welche im Lichten
Bohrung von im Mittel 8 bis 10 cm erhalten. Der unterste Teil der in Abb.
dargestellten Pumpe, der Ventilstock A, ist ohne Saugrohr in das Wasser ges
Er enthält ein metallenes Kegelventil und unter demselben einige mit geloc
Blechen überdeckte Seitenöffnungen, durch die das Wasser eindringt. Auf
Ventilstocke ist das gleichsfalls hölzerne Kolbenrohr B angebracht, samt de
über den Wasserausguss fortgeführten Rohrstücken C. Die einzelnen Rohre
durch zylindrische eiserne Büchsen miteinander verbunden, die, wie bei
früher besprochenen Rohrverbindungen (Abb. 166 S. 117) in halber Höhe
herum einen Ansatz haben, von da nach beiden Enden schneidig zulaufen

mit der einen Hälfte in das eine, mit der anderen aber in das andere Röhrenstück über Hirn eingeschlagen werden. Durch gewöhnliche eiserne Spitzklammern wird diese Verbindung noch gesichert.

Obschon es nicht immer üblich ist, empfiehlt es sich doch, das Kolbenrohr wie gezeichnet mit einem Zylinder von Messingblech auszubüchsen, dessen Länge dem Kolbenhube entspricht. Der Kolben selbst besteht aus einem von Buchen- oder sonstigem harten Holze hergestellten und im Stiefel leicht auf- und abgehenden Zylinder, in den, gleichgerichtet mit der Achse, mehrere Löcher gebohrt sind. Diese Löcher werden oben durch eine kreisförmige, aus starkem Sohlenleder geschnittene Scheibe bedeckt, die etwas größer als die Bohrung des Stiefels ist und in der Mitte von der durch die Achse des Kolbens gehenden eisernen Kolbenstange gehalten wird. Die in Fett gekochte oder damit getränkte Scheibe bildet sonach auf eine höchst einfache, wenn auch gerade nicht sehr vollkommene Weise gleichzeitig die Kolbenliderung und das Kolbenventil. Die auf- und abgehende Bewegung des Kolbens erfolgt entweder durch einen gewöhnlichen zweiarmigen Hebel, an dessen kurzem Arme die Kolbenstange hängt, während am langen Arme der Arbeiter angreift oder, wie gezeichnet, durch einen mit Gegengewicht versehenen Schwengel. Am Kopfstücke des obersten Rohres ist die Stütze für den Drehpunkt des Schwengels und auch das Ausgussrohr L angebracht.

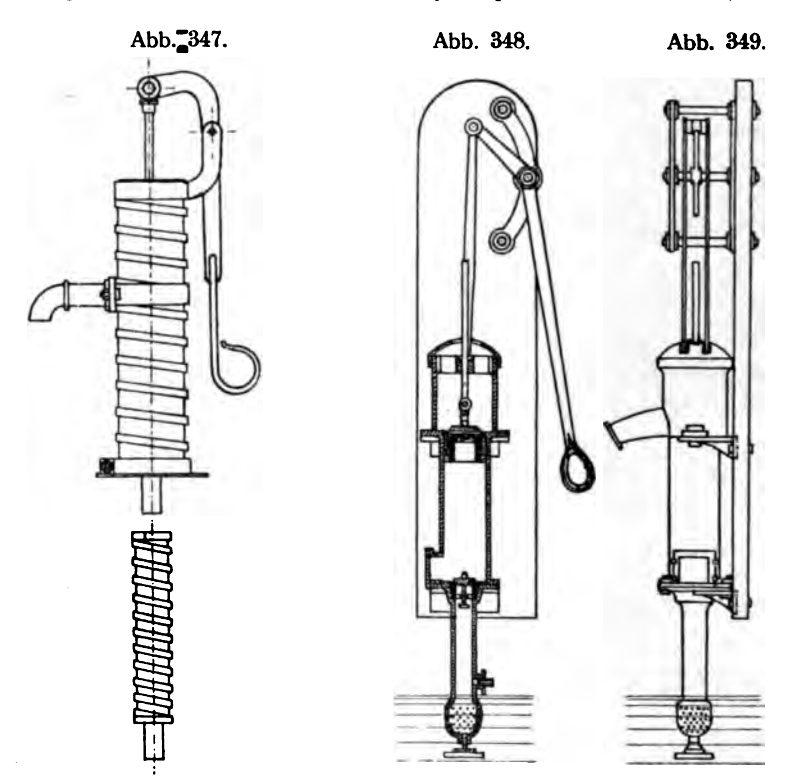
Es ist übrigens nicht nötig, dass der Ventilstock A im Wasser steht; es kann auch bei den hölzernen Pumpen ein Saugrohr angebracht werden. Man verbindet dieses dann mit dem Kolbenrohre B durch ein etwa 70 cm langes Verbindungsstück von etwas stärkerem Durchmesser (vgl. Abb. 314 S. 213). Dasselbe ist außen mit eisernen Reifen versehen, so dass Saug- und Kolbenrohr dicht eingekeilt werden können. Das Saugventil, eine Klappe, ist hierbei oben auf dem Saugrohre befestigt. Um leicht zu demselben gelangen zu können, ist das Verbindungsstück seitwärts mit einer runden Öffnung von 15 bis 20 cm Weite versehen, welche für gewöhnlich durch einen Spund oder auf ähnliche Weise geschlossen ist.

Die Firma Gebrüder Crotogino in Schweidnitz, Schlesien, liefert ebenfalls hölzerne Hof- und Hauspumpen, die sich aber, wie Abb. 347 erkennen lässt, sehr von den eben besprochenen älteren Pumpen unterscheiden und weite Verbreitung verdienen. Sie werden wie die früher erwähnten hölzernen Druckröhren mit schraubenförmiger Stahlbandarmatur aus unter hohem Druck gepressten, entsafteten Nadelholzstäben zusammengesetzt und zeichnen sich z. B. vor eisernen Pumpen dadurch aus, dass sie durch salziges und saures Wasser nicht angegriffen werden und durch die Einwirkung des Frostes nicht leiden, sowie dass sie das in ihrem Innern befindliche Wasser vor den Sonnenstrahlen und der äußeren Wärme sehr gut schützen, so dass es eine gleichmäßigere Temperatur behält. Die Crotoginoschen Pumpen besitzen, vermöge ihrer eigenartigen Konstruktion sehr große Festigkeit und Dauerhaftigkeit und die Festigkeit ermöglicht es ebenfalls, dass solche Pumpenzylinder auch bei Druckpumpen verwendet werden können. Die Fabrik liefert hölzerne Hebepumpen mit Bohrungen von 60 bis 115 mm Weite. Als Saugröhren können sowohl hölzerne

als auch eiserne Rohre benutzt werden. Der Rohranschluss wird bei Holzrohren mit Stahlbandumwicklung einfach dadurch bewirkt, dass das Saugrohr auf den am Fuße der Pumpe befindlichen Saugzapfen aufgetrieben wird. Da diese Röhren mit Zapfen und Muffen versehen sind (S. 119 Abb. 172) so kann noch leichter als bei den gewöhnlichen Holzrohren oder bei Eisenrohren ein beliebig langes Saugrohr zusammengeschlagen werden. Bei Saughöhen über 3 m wird das Saugrohr mit einem Brunnen- oder Fußventile (vgl. Abb. 311) versehen und bei Saughöhen von 7 m und darüber muss wie bei anderen Pumpen ein besonderer Arbeitszylinder in die Saugleitung eingebaut worden. Bei allen hölzernen Pumpen ist nach erfolgter Aufstellung und vor der Inbetriebnahme der Pumpenzylinder mit Wasser anzugießen oder aufzufüllen, damit der Kolben nicht trocken arbeitet und die inneren Rohrwände nicht beschädigt.

Die Abbildungen 348 und 349 zeigen eine eiserne Hebepumpe, die an ein Brett geschraubt ist und als Wandpumpe bezeichnet wird. Der untere

Abb. 347. Abb. 348. Abb. 349.

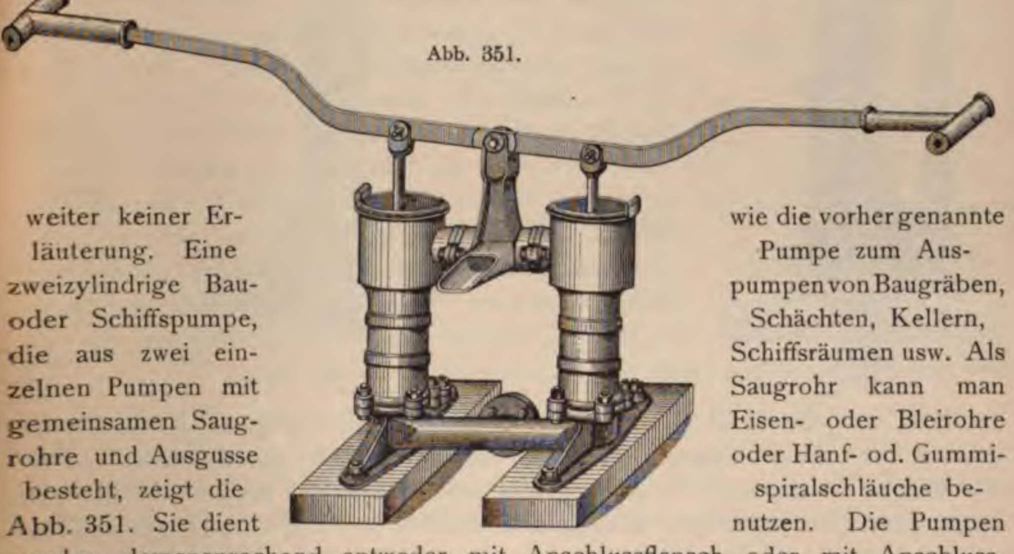


Teil des Saugrohres der Pumpe ist zu einem Saugkorbe ausgebildet. Über diesem befindet sich eine mit einem Spunde verschlossene Öffnung, die dazu dient, das Rohr von Zeit zu Zeit von dem eingedrungenen Sande oder Schlamme reinigen zu können. Am oberen Ende des gusseisernen Saugrohres ist eine trichterförmige Erweiterung angebracht, in welche eine mit etwas Werg und Mennige umgebene metallene, mit einem Stege versehene Büchse luft- und wasserdicht eingetrieben werden kann, die den Sitz des Saugventiles bildet, hes seinerseits auch wieder luftdicht auf diesen eingeschliffen sein muss.

Der Stiel oder die Spindel des Ventiles ist durch die Bohrung des Steges geführt und die an ihn angeschraubte Mutter bestimmt die Größe des Spielraumes für die Erhöhung des Ventiles, also den Ventilhub. Die Verbindung des Saugrohres mit dem Kolbenrohre oder dem Pumpenzylinder geschieht hier, wo alle Röhrenstücke aus Metall oder Gusseisen vorausgesetzt werden, auf gewöhnliche Weise durch Flanschen, welche, nachdem ein Bleiring oder ein in Eisenkitt getauchter Kranz aus Werg oder Hanf zwischen sie gelegt worden ist, mittels Schraubenbolzen luft- und wasserdicht zusammengezogen werden. Die in der Abbildung sichtbare, mit einem wegzunehmenden Deckel versehene Erweiterung des Kolbenrohres, die sogen. Ventilkammer, hat den Zweck, leicht zu dem Saugventile kommen zu können, für den Fall, dass es frisch eingeschliffen werden müsste oder dass sonst etwas daran nachzusehen wäre. Über dem Kolbenrohre ist ein Sammelkasten oder auch nur eine Erweiterung des Rohres und in dieser der Ausguss der Pumpe angebracht. Der Kolben dieser Pumpe ist bereits in Abb. 315 auf S. 213 dargestellt und daselbst auch näher beschrieben worden.


Abb. 350.

Eine tragbare eiserne Hebepumpe ist in Abb. 350 abgezeichnet, sie bedarf weiter keiner Erläuterung. Eine zweizylindrige Bau- oder Schiffspumpe, die aus zwei einzelnen Pumpen mit gemeinsamen Saugrohre und Ausgusse besteht, zeigt die Abb. 351. Sie dient wie die vorhergenannte Pumpe zum Auspumpen von Baugräben, Schächten, Kellern, Schiffsräumen usw. Als Saugrohr kann man Eisen- oder Bleirohre oder Hanf- od. Gummispiralschläuche benutzen. Die Pumpen werden demensprechend entweder mit Anschlussflansch oder mit Anschlussstutzen geliefert. Für Pumpen, deren Standort oft gewechselt wird, sind Gummi-


Abb. 351.

schläuche am geeignetsten. Die Abb. 352 zeigt einen Saugkorb, wie er gewöhnlich zu derartigen Pumpen geliefert wird.

In Abb. 353, die dem Kataloge der Kommandit-Gesellschaft für Pumpen- und Maschinenfabrikation W. Garvens, Garvenswerke in Wülfel vor Hannover mit deren gütiger Erlaubnis entnommen wurde, ist eine Saugpumpe mit dem schon mehrfach erwähnten besonderen Arbeitszylinder dargestellt. Dieser Arbeitszylinder, der den Kolben und das Saugventil enthält, ist durch ein Rohrzwischenstück, welches die Kolbenstange führt mit dem Pumpenoberteil oder dem Antriebszylinder verbunden. Die Länge des Zwischenrohres ist so zu bemessen, dass das eigentliche Pumpwerk außerhalb des Frostbereiches bleibt. Die, auch schon früher erwähnte Entwässerung erfolgt hier selbsttätig durch ein am unteren Ende des Zwischenrohres, dicht über dem Arbeitszylinder angebrachtes Loch a. Nach Beendigung des Pumpens kann das in den dem Froste ausgesetzten Hohlräumen der Pumpe zurückgebliebene Wasser durch dies Loch entweichen. Statt des offenen Loches kann auch ein Hahn angebracht werden, der nach Bedarf geöffnet oder geschlossen wird. Die Arbeitszylinder werden aus Gusseisen oder aus Messing gemacht, zuweilen auch wohl nur mit Messing ausgebüchst. Die Abbildung 354 zeigt einen anderen Arbeitszylinder von Garvens. Derselbe besteht aus Messing und auch der Kolbenkörper und die Kugelventile sind aus Messing angefertigt. Der Kolben ist besonders lang ausgeführt und mit drei Lederstulpen versehen. Der Außendurchmesser dieser Arbeitszylinder, die besonders für größere Brunnentiefen und Förderhöhen sowie gebohrte Brunnen bestimmt sind, wird möglichst gering gehalten. Die sich anschließenden Steigrohre werden entweder so weit genommen, dass ihr Querschnitt genügende Größe für das Gestänge und die zu fördernde Wassermenge hat oder so weit, dass der Pumpenkolben durch sie emporgezogen werden kann.

Abb. 353.



Abb. 352.



Eine freistehende Saugpumpe mit Schwungradantrieb zeigt die Abb. 355, die ebenfalls dem Garvensschen Kataloge entstammt. Ein gewöhnlicher Kurbelmechanismus ist in einem Gehäuse untergebracht, welches auch als Windkessel dienen kann. Diese Pumpen können dann auch als Spritzpumpen Verwendung finden, was leicht zu ermöglichen ist, wenn man den Ausguss mit einem Schlauchgewinde versieht.

Als Antriebsvorrichtung kommt neben dem Schwengel und der Kurbel mit Schwungrad bei den von Hand bedienten Saug- und Hubpumpen auch häufig der durch Abb. 356 veranschaulichte Antriebshebel zur Anwendung, der eine vorteilhafte Ausnutzung der Antriebskraft gestattet. Das eigentliche Pumpwerk liegt bei diesen Pumpen (Garvenssche „Internationale" Ständerpumpe) unter dem Ausgussständer in der entsprechend weiten Steigrohrleitung oder in einem Arbeitszylinder. Der dargestellte Ausgussständer hat verschließbaren Ausguss und ist oben zum Anschlusse einer beliebigen Steigleitung eingerichtet.

Die in den Abbildungen 357 und 358 gezeichnete Pumpe ist eine einfachwirkende Saug- und Druckpumpe. Der Kolben ist ein sogenannter Brah-

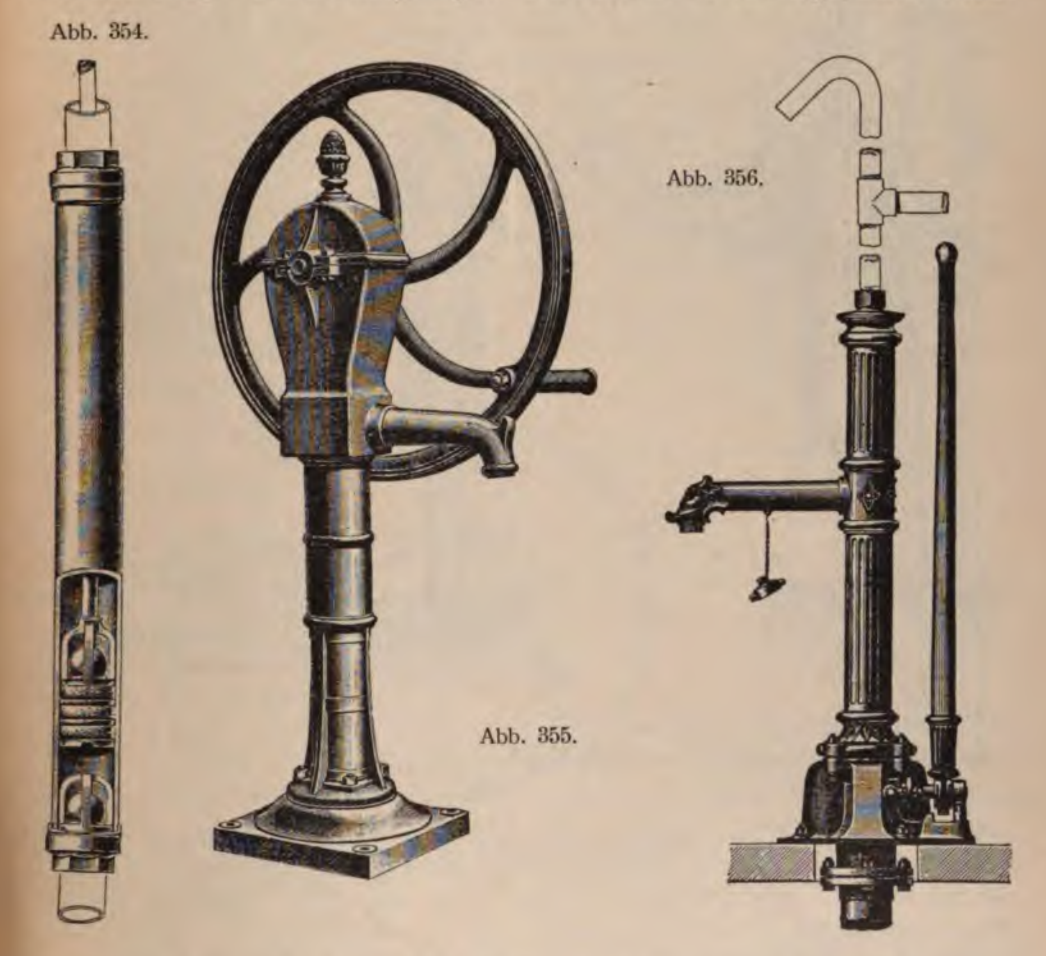


Abb. 354. Abb. 355. Abb. 356.

mascher Kolben oder ein Mönch-, Taucher- oder Plungerkolben, welcher einen etwas kleineren Durchmesser als der Pumpenzylinder hat. Die Dichtung des Kolbens besteht nach der Zeichnung aus zwei Lederstulpen, zwischen welche eine metallene Platte eingelegt ist. Das Ganze wird durch eine Hülse a, die in der oberen Erweiterung b des Kolbenrohres entweder wie bei den Pressen mittels

eines eingeschnittenen Schraubengewindes oder, wenn die Metallstücke dies nicht gestatten, wie gezeichnet, mit sogenannten Hängeschrauben zusammengezogen wird. Auch kann man hier sehr zweckmäßig eine gewöhnliche Stopfbüchse anwenden, wobei die Packung im Zwischenraume zwischen der Hülse und dem, mittels der Hängeschrauben von Zeit zu Zeit nachzuschraubenden oder anzuziehenden Deckel, die dann aus Hanf oder Werg besteht, durch das Anziehen der Schraubenmuttern gegen den abgedrehten Kolben gepresst wird.

Aus der Zeichnung ist ferner die Verbindung des Kolbenrohres mit dem Saug- und dem Druckrohre zu ersehen. Auch sind die Ventile p und q dargestellt, zu welchen man leicht durch Öffnen der entsprechenden Deckel gelangen kann. Der außerdem noch angebrachte Hahn r dient zur Regelung der Wassermenge, welche in das Kolbenrohr und von da in das Steigrohr treten soll; eine Einrichtung, welche z. B. bei den Speisepumpen für Dampfkessel nötig wird. Ist dieser Hahn oder Wechsel so gedreht, wie in der Zeichnung, dass also die Bohrung senkrecht steht, so ist die untere Verbindung zwischen dem Saug- und dem Kolbenrohr abgesperrt und es wird wie sonst, als ob der Hahn gar nicht vorhanden wäre, das Saugventil tätig. Wird der Hahn dagegen um 90° oder um einen Viertelkreis umgedreht, also die gedachte Verbindung völlig hergestellt, so bleibt, wenn die Bohrung hinreichend groß ist, das Ventil ganz untätig und das beim Aufgange des Kolbens durch die Öffnung r in das Kolbenrohr eingesaugte Wasser wird beim Niedergange größtenteils wieder in das Saugrohr D zurückgedrückt, so dass wenig und unter Umständen gar kein Wasser durch das Steigrohr B austritt. Wird endlich zwischen diesen beiden Endstellungen der Hahn so gedreht, dass die genannte Verbindung nur zum Teile hergestellt ist, so wird auch nur ein größerer oder geringerer Teil des Wassers in das Steigrohr gelangen und durch dasselbe austreten können. Die besprochene Art der Regelung ist jener unbedingt vorzuziehen, bei welcher man den Kolben Luft saugen lässt, die sich dann gar zu leicht irgendwo ansammelt und auf den Gang der Pumpe einen störenden Einfluss ausübt.

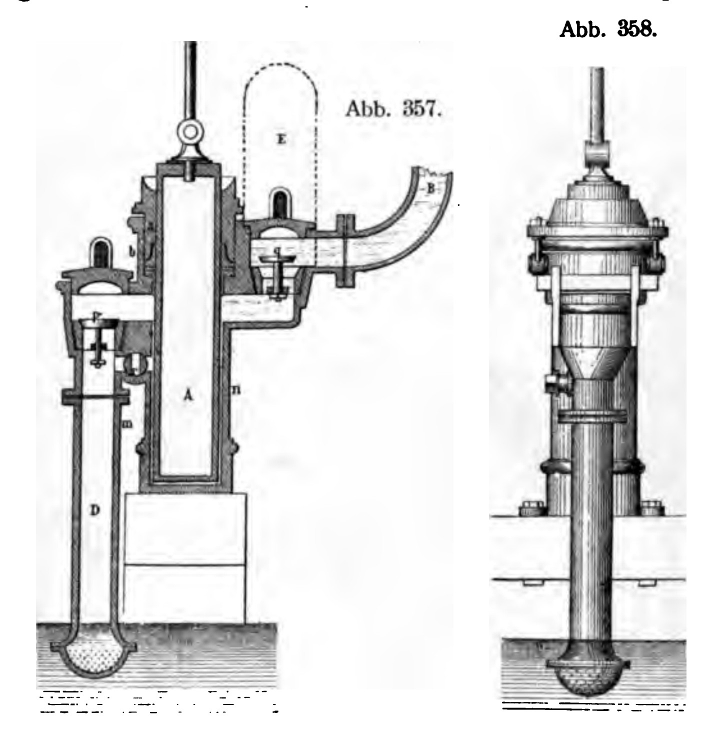


Abb. 357.

Abb. 358.

Da das Wasser im Steigrohre B nur während des Niederganges des Kolbens aufwärts steigt und während des Saugens wieder zur Ruhe kommt, so bringt man, wie bereits erwähnt wurde, um den Kraftverlust, welcher durch die stets von der Ruhe aus zu wiederholende Beschleunigung des Wassers im Steigrohre eintritt und um das stoßweise Ausströmen des Wassers zu vermeiden, einen Windkessel E von hinreichender Größe an, welcher, mit atmosphärischer Luft angefüllt, dazu dient, die Bewegung des Wassers im Steigrohre auszugleichen und Stöße zu verhüten.

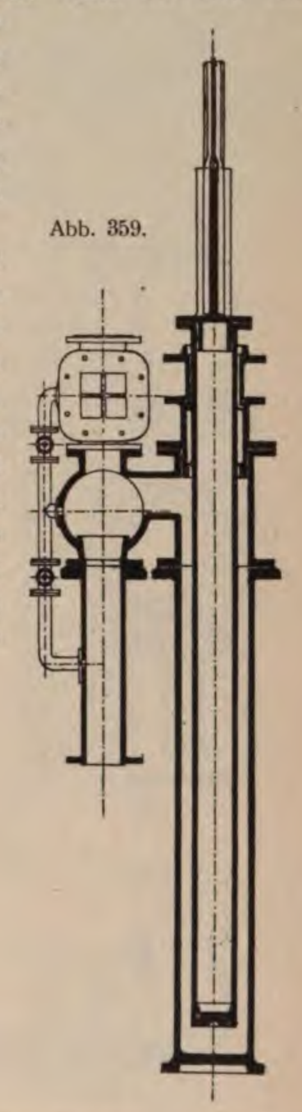


Abb. 359.

Die Abbildung 359 stellt eine einfache Saug- und Druckpumpe, einen sogenannten Drucksatz dar, wie er in Bergwerken häufig angewendet wird. Die Einrichtung desselben ist ohne weiteres verständlich, so dass hier nur noch wenige Worte hinzuzufügen sind. Ein Ventil ist nicht gezeichnet; der ringförmige Raum zwischen dem Mönchkolben und der Zylinderwand hat dieselbe Querschnittgröße wie die Saug- und Druckrohre, so dass die Widerstände, welche beim Arbeiten des Satzes durch die Wasserbewegung entstehen, möglichst klein ausfallen. Das Verbindungsrohr zwischen den Ventilgehäusen und dem oberen Teile des Saugrohres

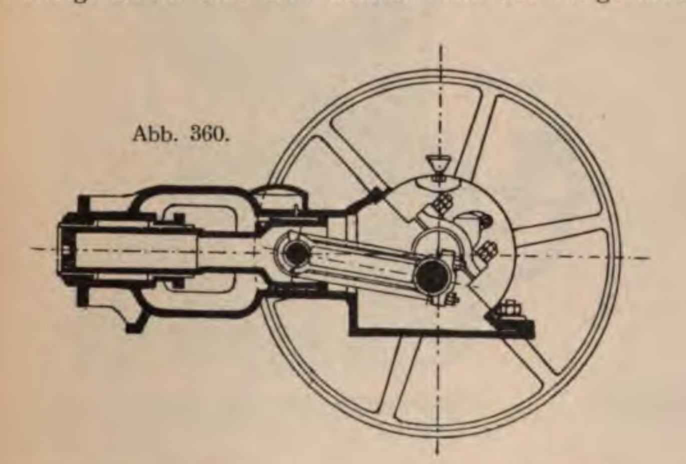


Abb. 360.

enthält zwei Hähne, die zum Anfüllen und Ablassen der Steigleitung und zur Regelung des Wasserzuganges dienen. Der Hub des Drucksatzes ist lang, weil die Spielzahl sehr gering ist.

Durch die Abbildungen 360, 361 und 362 werden Einzelteile einer einfach wirkenden Druckpumpe veranschaulicht, wie sie in ähnlicher Weise von verschiedenen Fabriken hergestellt werden. Setzt man die in Abb. 360 dargestellten Teile unmittelbar an das Ventilgehäuse, Abb. 361, so erhält man eine liegende, schaltet man aber zwischen beiden noch das Eckstück Abb. 362 ein und stellt Abb. 360 senkrecht, so ergibt sich eine Wandpumpe.

ere, rechts liegende Ventil und das Verbindungsrohr C in dasselbe Steig-
r D getrieben wird und durch das aufwärts verlängerte Saugrohr B' und das
re, links liegende Ventil neues Wasser in den Stiefel und über den Kolben
t. Es kommen also hier nur die in den kurzen Röhren B' und C enthaltenen
ssermengen abwechselnd zur Ruhe, während das Wasser im Saugrohre B und

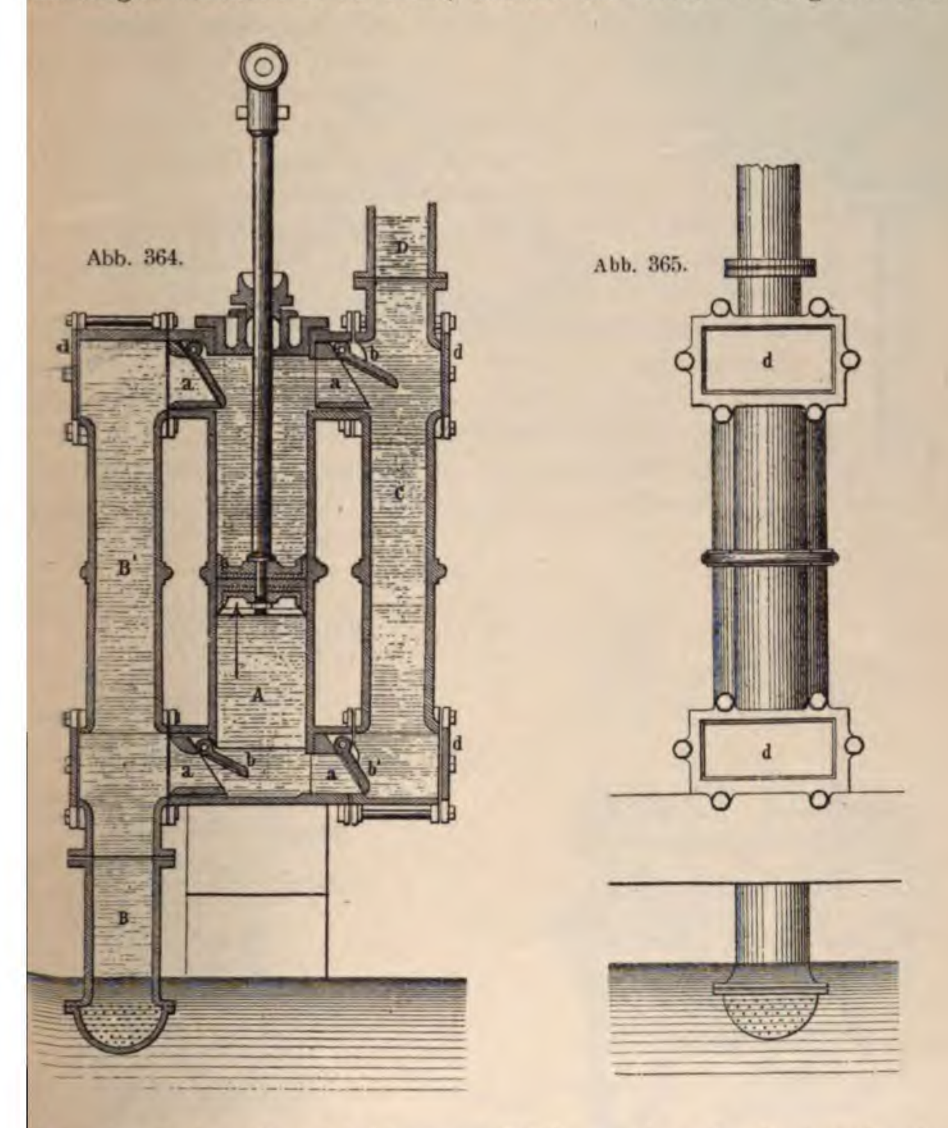


Abb. 364. Abb. 365.

Steigrohre D fortwährend in Bewegung bleibt, so dass der damit verbundene,
n erwähnte doppelte Vorteil gut erreicht wird.

Die Abbildungen 367 und 368 zeigen eine doppeltwirkende Pumpe neuerer
nstruktion. Der Pumpenzylinder ist mit dem Ventilgehäuse, welches die Saug-,
uck- und Windkesselstutzen enthält, in einem Stücke gegossen und mit einem
tallrohre ausgebüchst. An den unteren Stutzen schließt das Saugrohr und an
mittleren das Druckrohr an, während auf dem oberen der Druckwindkessel

sitzt. Die Kolbenstange und mit ihr der Kolben wird durch eine, in eine Gabel endigende Kurbelstange bewegt und durch eine, in dem auf dem Zylinder stehenden Bügel eingebaute Hülse gerade geführt. Der Zugang zu den Ventilen erfolgt bequem durch das Lösen der in Abb. 365 angedeuteten Bügel und Körnerschrauben, worauf dann die Deckel von den Ventilgehäusen wegzunehmen sind und je ein Paar Ventile mit ihrer Führungsstange herausgezogen werden kann. Der rechtzeitige Schluss der Ventile wird durch entsprechende Spiralfedern gesichert.

Abb. 366.



Die in den Abbildungen 369 und 370 im Längs- und im Querschnitte dargestellte doppeltwirkende Pumpe mit wagrecht liegendem Zylinder hat Riemenscheibenantrieb und ein, nicht mit gezeichnetes Stirnradvorgelege. Der Krummzapfen ist am großen Stirnrade angebracht und von ihm aus geht die Pleuelstange J zum Kreuzkopfe der Kolbenstange. Die Geradführung des letzteren erfolgt durch die Gleitschienen o, welche auf der Fundamentplatte N befestigt sind. A ist der Pumpenzylinder, B das Ventilgehäuse, welches mit dem Zylinder aus einem Stücke gegossen ist. C stellt den von Rotguss hergestellten Ventilsitz in Kreuzform dar, auf dem die zwei Saugventile a und b und die beiden Druckventile c und d mit Scharnieren befestigt sind. D und D′ sind zwei Kanäle, die den

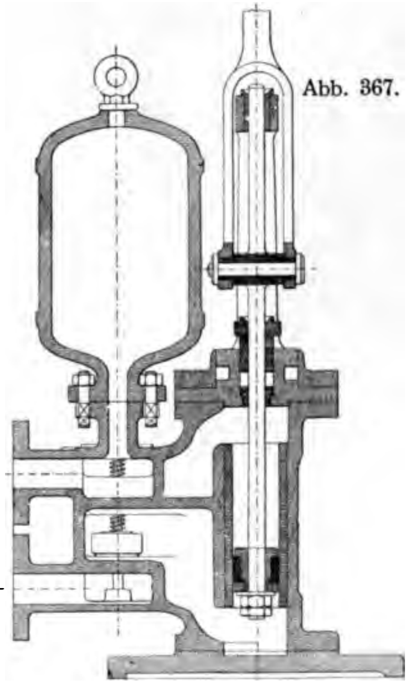


Abb. 367.

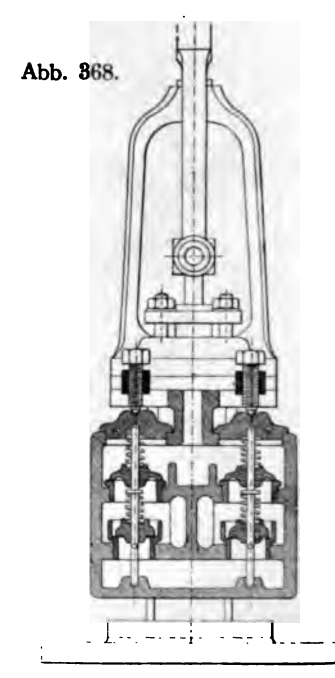


Abb. 368.

Zylinder mit dem Ventilgehäuse verbinden. E ist das Saugrohr, F das Druckrohr, G der Kolben und K die Kolbenstange. Das Wesentliche dieser Konstruktion ist die Anordnung der zwei Paar Ventile in einem Gehäuse. Der Ventilsitz C in Kreuzform, der in das Ventilgehäuse genau eingepasst ist, teilt

dasselbe in die vier Kammern v, x, y und z. Es stehen v mit dem Saugrohre E, x mit dem Steigrohre F, y und z durch die Kanäle D und D' mit dem Pumpenzylinder in Verbindung. Die Klappenventile sind von Rotguss und mit Scharnieren auf C befestigt. Das Ventilgehäuse B ist durch die Deckel e und e' geschlossen; an letzterem ist das Saugrohr angeschraubt. Bewegt sich der Kolben in der Richtung des Pfeiles, so tritt Wasser aus dem Saugrohre durch die

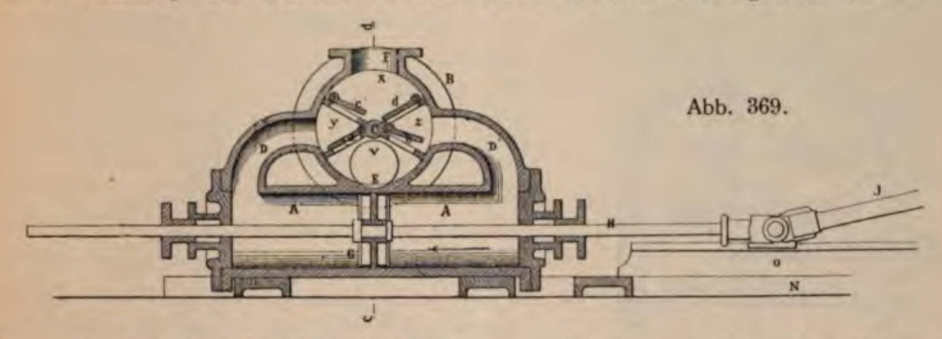


Abb. 369.

Klappe b und den Kanal D' in den Pumpenzylinder auf die rechte Seite des Kolbens, während das auf der linken Seite befindliche Wasser durch O und c in das Steigrohr gedrückt wird usw. Für den Fall, dass die Pumpenventile verstopft, undicht oder sonst wie schadhaft geworden sind, hat man nach Weg-

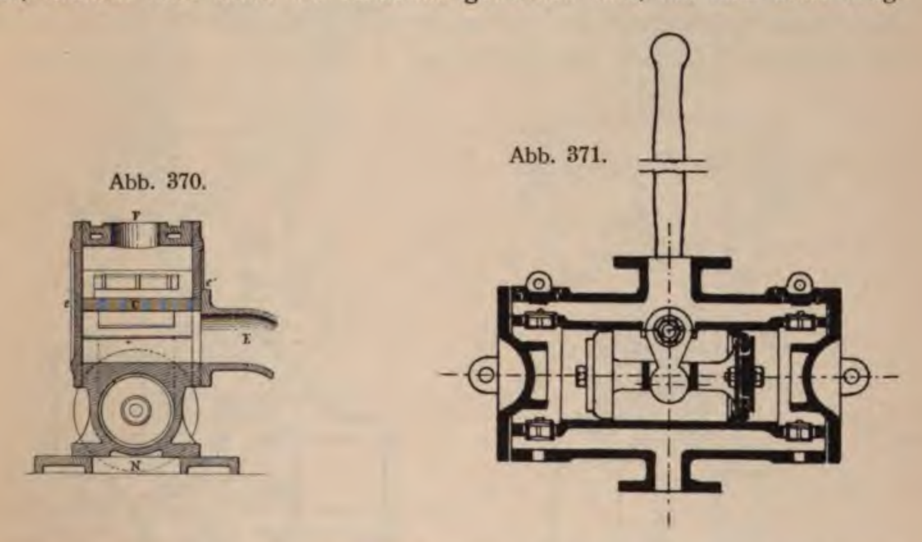


Abb. 370. Abb. 371.

nahme des Deckels e die Ventilkammer offen vor sich und alle vier Ventile zur Hand. Hat man nun eine Ventilgruppe in Vorrat, so ist binnen kurzer Zeit die Auswechselung erfolgt und der Betrieb erfährt keine lange Unterbrechung. In die vier Flügel des Ventilsitzes sind Nuten eingehobelt, welche zur Dichtung mit Gummistreifen ausgefüllt werden. Auch die Deckel e e' werden durch Gummiringe abgedichtet.

Die Abb. 371 stellt einen skizzenhaften Schnitt durch eine „Franconia" genannte Hand-Kolbenpumpe von Klein, Schanzlin & Becker in Frankenthal dar. Dieselbe ist mit Tellerventilen aus Rotguss und mit Lederstulpenkolben ver-

sehen. Für heißes Wasser erhält der Kolben statt der Lederdichtung federnde Metallringe. Der Kolben ist als Doppelkolben ausgeführt, dessen Hin- und Herbewegung durch einen auf der Antriebswelle befestigten und in die mittlere Kolbenaussparung hineinragenden kurzen Hebelarm erfolgt. Der Kolben wirkt selbstdichtend, da die Lederstulpen von dem mit dem Kolbeninnern in Verbindung stehenden Druckwasser ständig an die Zylinderwand gepresst werden.

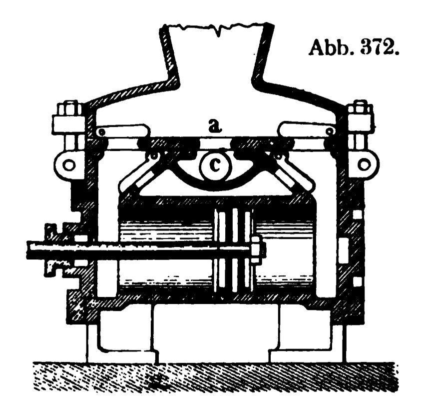


Abb. 372.

Eine seinerzeit aus Amerika unter dem Namen Kaliforniapumpen eingeführte Pumpenart hat wegen ihrer praktischen Brauchbarkeit bei uns große Verbreitung gefunden und vielen neueren und verbesserten Konstruktionen zum Vorbilde gedient. Der Name hat mit der Konstruktion selbst gar nichts zu tun. Diese Pumpen werden sowohl mit wagrechtem als auch mit senkrechtem Zylinder ausgeführt. Sie sind doppeltwirkend und haben eine sehr günstige Anordnung der Ventilklappen. Die Abbildungen 372 und 373 zeigen die ursprüngliche amerikanische, von Hansbrow herrührende Konstruktion mit wagrecht liegendem Zylinder in der von Werner verbesserten Anordnung, bei welcher das Druckrohr nicht mehr wie bei den älteren Pumpen am Windkessel, sondern am Zylinder sitzt. Das Wasser geht, nachdem es durch

Abb. 373.

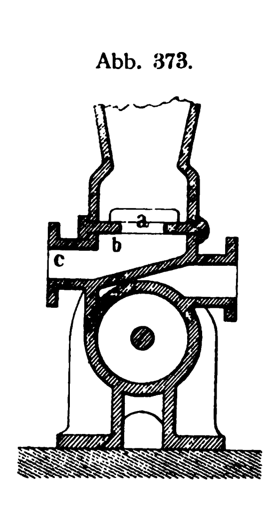
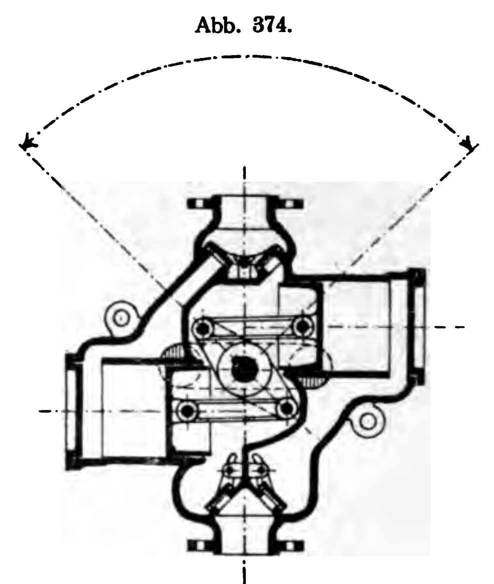


Abb. 374.



die Druckklappen in den Windkessel gelangt ist, durch die Öffnung a in den Kanal b und von hier aus in das Druckrohr c. Man braucht demnach, um zu den Ventilen zu gelangen, nur noch den Windkessel zu lösen, nicht aber auch, wie früher, noch die Rohrleitung von diesem abzuschrauben. Die Klappen können einzeln herausgenommen werden. Jede derselben ist in kleinen Lagern

beweglich, welche für die unteren Klappen am Zylinder, für die oberen am Windkessel angebracht sind.

Abb. 374 zeigt den Schnitt einer anderen Pumpe amerikanischer Herkunft, der sogenannten Niagarapumpe. Bei derselben sind zwei doppeltwirkende Pumpen in sehr sinnreicher Weise mit einander verbunden. Der Antrieb erfolgt durch Hin- und Herbewegen eines Hebels, der mit einem Doppelarm auf einer

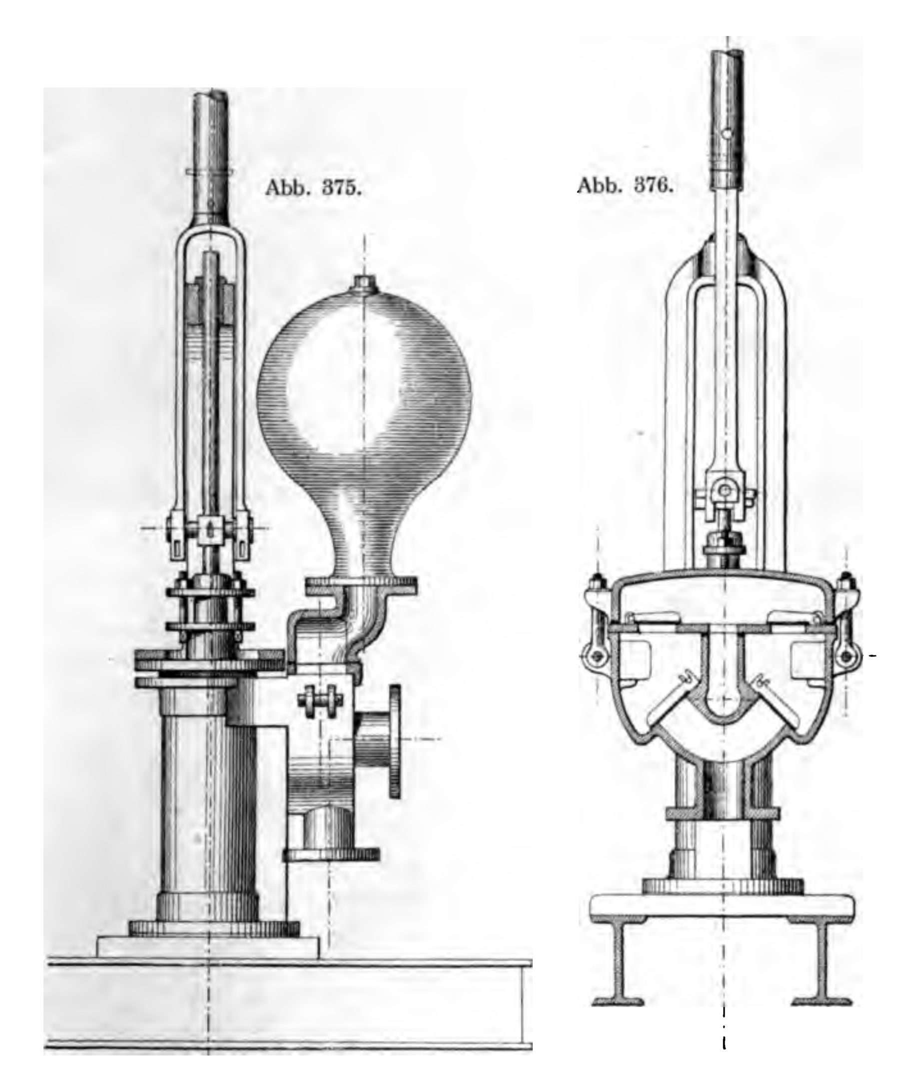


Abb. 375.

Abb. 376.

Welle sitzt. Durch die Bewegung des Doppelarmes werden die beiden Kolben bald von einander entfernt, bald einander wieder genähert. Beim Auseinandergehen saugen die Innenseiten der Kolben Wasser durch das linke untere Ventil an, und die Kolbenaußenseiten drücken gleichzeitig Wasser durch das linke obere Ventil in die Steigleitung. Beim Zusammengehen der Kolben wird durch das rechte untere Ventil gesaugt und durch das rechte obere gedrückt. Die Pumpe ist also vierfach wirkend.

Die Abbildungen 375 und 376 zeigen eine andere Pumpe ähnlicher Art mit senkrecht stehendem Zylinder. Die auf- und abgehende Bewegung des Gestänges erfolgt durch Kurbelbetrieb. Das Gestänge ist durch einen Kreuzkopf mit der Pumpenkolbenstange, welche besonders geführt ist, verbunden. Am Ende des Saugrohrs ist, wie bei vielen anderen Pumpen ein Fußventil mit Saugkorb (vergl. Abb. 311 S. 211) angebracht und dicht über der Pumpe ein Rückschlagventil, wie die Abbildung 377 eins veranschaulicht, angeordnet, damit sich beim Nachsehen der Pumpe das Druckrohr nicht entleeren kann.

Abb. 377.

Die Gleichmäßigkeit in der Leistung dieser Pumpen wird erhöht, wenn sie nicht nur einen Druckwindkessel dr erhalten, sondern auch einen Saugwindkessel s, wie die in den Abbildungen 378 und 379 skizzierten beiden Aufstellungen zeigen. Die Pumpen können Antrieb durch Hebel oder durch Kurbel, Schwungrad und Vorgelege, aber auch durch Riemenscheibe usw. erhalten.

In den Abbildungen 380 und 381 sind zwei neuere Garvens-sche Pumpen dargestellt, deren Wirkungsweise nach den bisherigen Erläuterungen ohne weiteres verständlich ist. Beide Pumpen haben Rotgusskegelventile. Bei

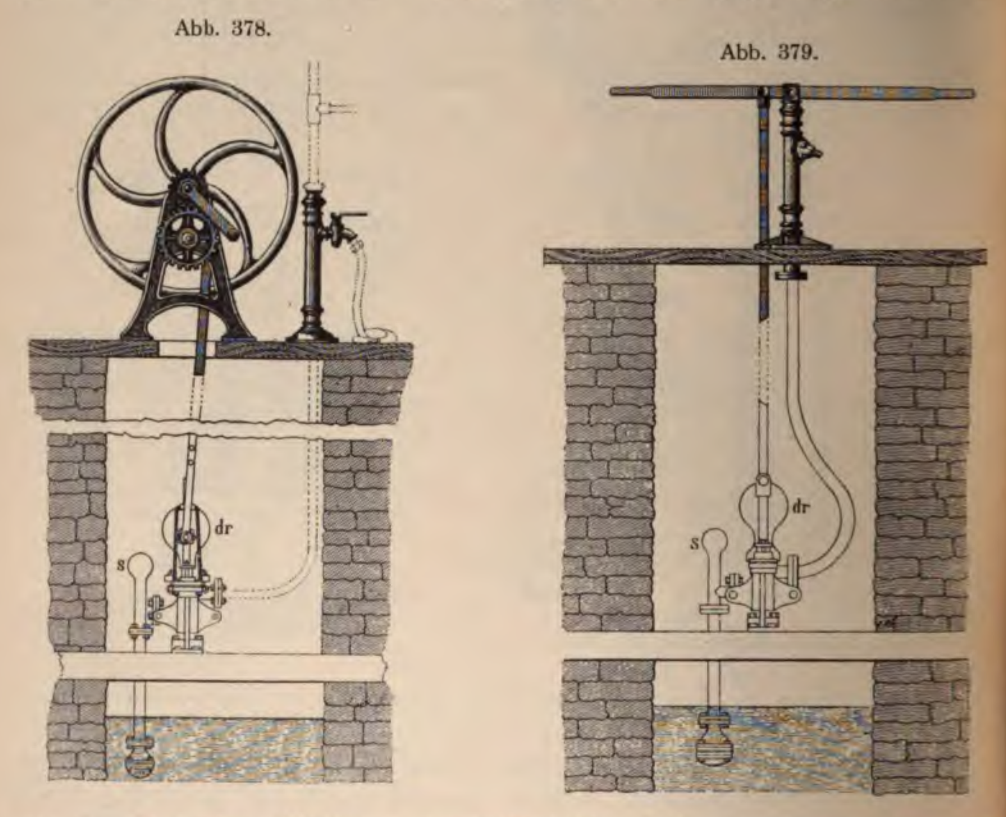


Abb. 378.

Abb. 379.

der in der letzten Abbildung veranschaulichten Schwungradpumpe kann der Hub verschieden eingestellt werden, so dass dieselbe Pumpe für verschiedene Förderhöhen und Fördermengen verwendbar ist.

Die Abbildungen 382 und 383 zeigen zwei größere Wasserwerkspumpen im Durchschnitte. Abb. 382 ist eine von A. Borsig in Tegel bei Berlin gebaute zweifache Druckpumpe, Abb. 383 eine Differentialpumpe. Der Druckrohrstutzen D

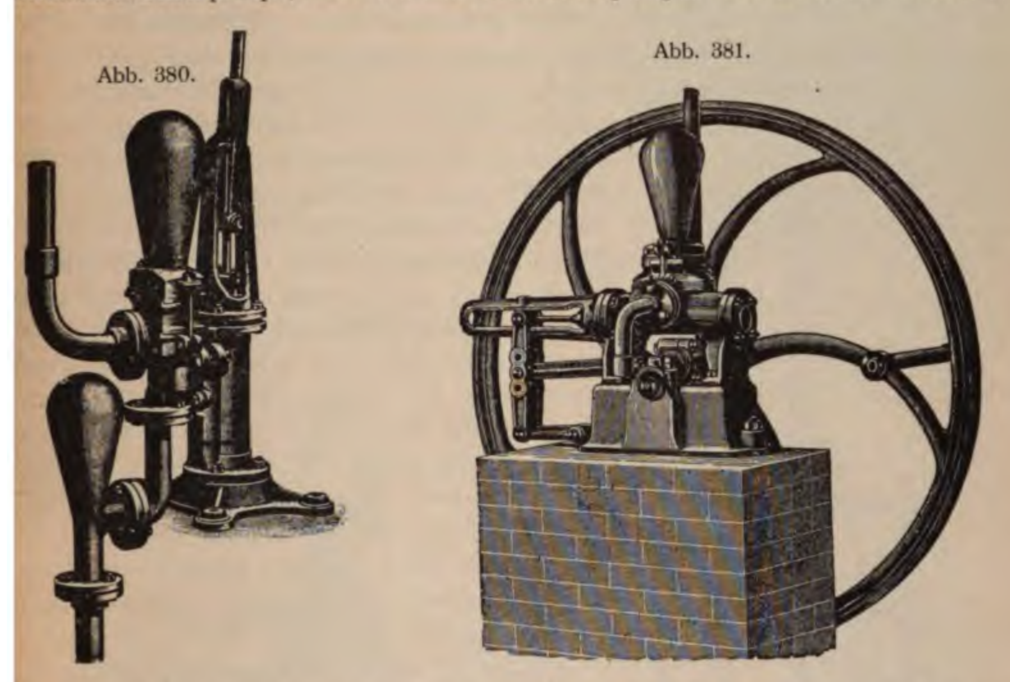


Abb. 380. Abb. 381.

ist bei der letzteren Pumpe am Pumpenzylinder angebracht, so dass das Wasser, während es die Pumpe durchströmt, auf seinem Wege zum Druckrohre nicht

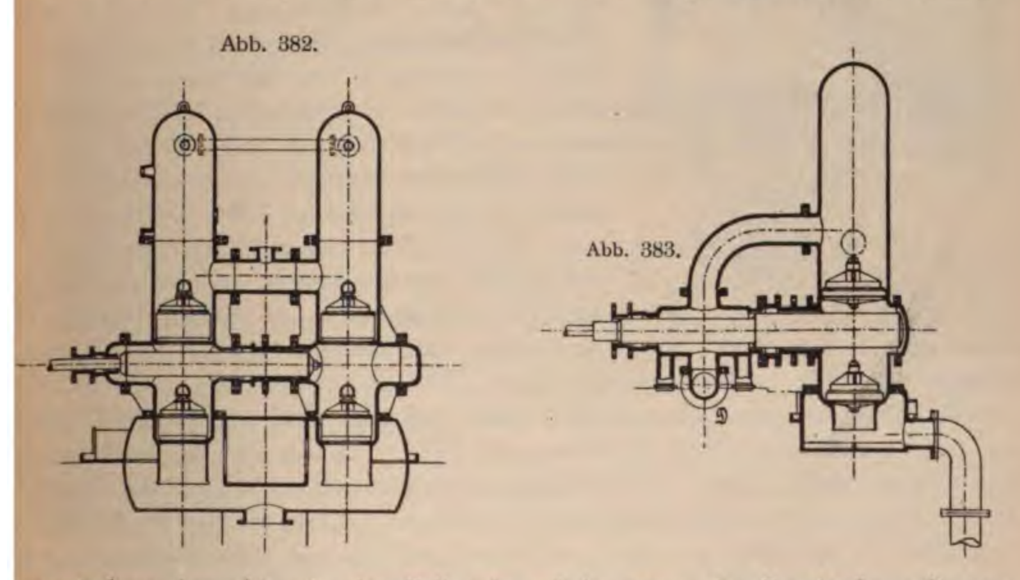


Abb. 382. Abb. 383.

umzukehren braucht, wie der Fall sein würde, wenn das Druckrohr z. B. von der durch den punktierten Kreis am Druckwindkessel angedeuteten Stelle abzweigen würde.

Eine ältere, früher sehr beliebte und auch jetzt noch häufiger zur Anwendung kommende **doppeltwirkende Ventilpumpe mit Röhrengestänge** ist durch Abb. 384 veranschaulicht. Diese Pumpe besteht aus einem Zylinder A mit einem seitlichen Kanal B, welcher sich nach unten etwas erweitert. Der Pumpenzylinder A ist mit B oben verbunden; ferner ist er oben mit einem kleinen zylindrischen Ansatz C versehen, welcher der hohlen Kolbenstange als Führung dient. An die hohle Kolbenstange ist der eigentümlich geformte Kolben E mit angegossen. Der Kolben besteht eigentlich aus zwei Ringen, welche durch zwei Verbindungsstücke F zusammengehalten werden. Beide Kolbenringe haben je zwei gleich große Öffnungen G und G_1, gegen welche sich zwei im Grundrisse halbmondförmige Platten H wechselweise oben oder unten anlegen und auf diese Weise die beiden Druckventile ersetzen. Der Zylinder A mit dem Kanale B ist unten offen und mit einem Flansch versehen, an dem der Boden seine Befestigung hat; dieser Boden ist zugleich der Sitz der beiden Saugventile K und L. Bei diesen Ventilen ist die obere Platte mit der unteren Führung durch einen Kupferstift verbunden. Mit dem Boden ist ferner eine Platte M scharnierartig verbunden. Diese Platte wird in der Tiefe des Brunnens befestigt und stützt somit den ganzen Pumpenkörper. An die hohle Kolbenstange ist oben ein Schraubengewinde geschnitten und darüber eine Muffe N geschraubt, die das Pumpengestänge, welches zugleich das Steigrohr bildet, aufnimmt. Am oberen Ende dieses Rohres ist das Ausgussrohr angebracht, welches mit einer Schlauchverschraubung versehen sein kann. Die Wirkungsweise der Pumpe ist folgende: Denken wir uns den Kolben abwärts bewegt, so wird das Saugventil L geschlossen. Die beiden Platten H legen sich an den oberen Ring des Kolbens und das Wasser unter dem Kolben gelangt durch die beiden Öffnungen G_1 in die hohle Kolbenstange. Oberhalb des Kolbens wird ein luftverdünnter Raum entstehen und infolgedessen wird sich das andere Saugventil K öffnen und Wasser von außen durch B in A hineintreten lassen. Beim Aufwärtsgange des Kolbens legen sich die beiden Platten H an den unteren Ring des Kolbens an; das oberhalb des Kolbens befindliche Wasser tritt nun durch die Öffnungen G in die hohle Kolbenstange. Es wird also mit dem Kolben auch die hohle Kolbenstange auf- und abbewegt, und zwar geschieht dies mit Hilfe eines Schwengels, welcher oberhalb des Brunnenkranzes seinen Drehpunkt erhält. Die ganze Anordnung ist sehr gedrängt, so

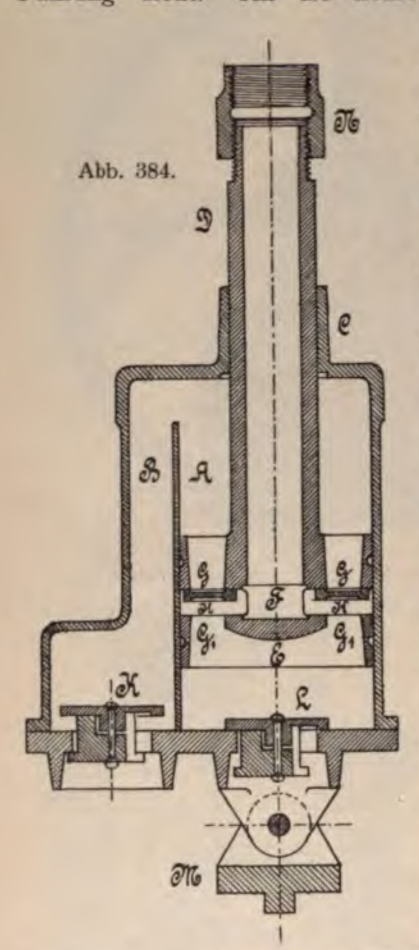


Abb. 384.

dass die Pumpe wenig Platz wegnimmt. Auch wird im Winter das Einfrieren dieser Pumpe kaum zu befürchten sein, da sie meist ganz unter Wasser aufgestellt wird und weil kein Wasser im Steigrohre stehen bleibt, wenn die Maschine still steht.

An Stelle der Ventile kann man auch Schieber zur Regelung der Wasserzu- und Abströmung bei Pumpen verwenden. So zeigen z. B. die Abbildungen 385 und 386 eine solche (von Poillon konstruierte) Pumpe mit einfachem Muschelschieber. Der Antrieb dieser Schieberpumpe erfolgt durch die Riemenscheibe P, welche die lose Scheibe P′ neben sich hat. Von den Kurbelzapfen der Schwungräder V aus gehen die Stangen I nach dem Querstücke H, an welchem die Kolbenstange nebst Führung befestigt ist. Der Kolben G ist von Metall, c ist das Saugrohr. Die Mündung b sowie die Kanäle a werden vom Schieber C abwechselnd geöffnet und geschlossen, so dass die zu pumpende Flüssigkeit so,

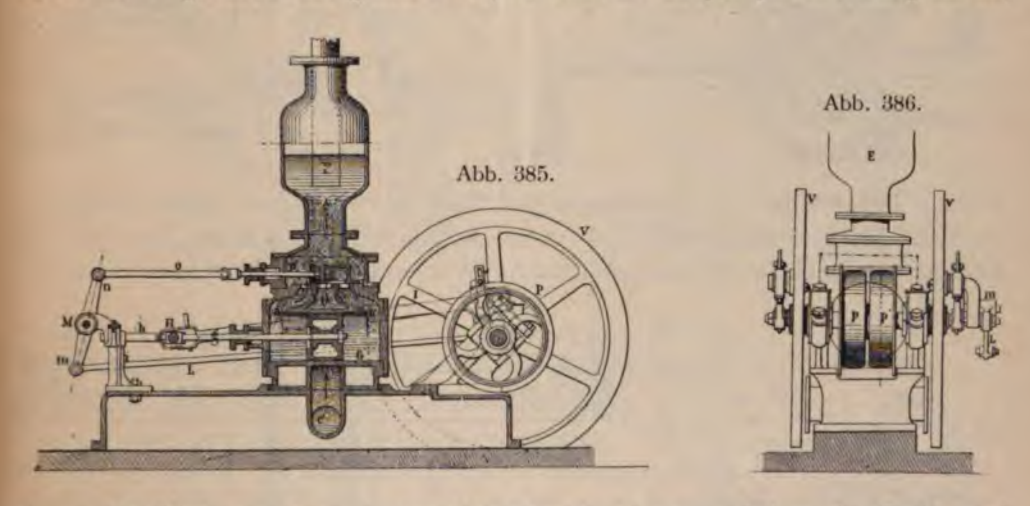


Abb. 385. Abb. 386.

wie es die Pfeile angeben, in den Windkessel gelangt, auf dem das Steig- und Druckrohr F sitzt. Die Bewegung des Schiebers erfolgt ebenfalls von der Betriebswelle aus, und zwar durch Stange L, Hebel mn und Stange o mit der Schieberstange p.

Eine Schieberpumpe ist auch die von Schmid konstruierte und in den Abbildungen 387, 388 und 389 dargestellte Pumpe mit schwingendem Zylinder. Das gusseiserne Gestelle A hat zwei Lagerstühle B für die Kurbelwelle C mit dem Schwungrade D, welches gleichzeitig die Betriebsriemenscheibe für die Pumpe ist. Der Zylinder E ist mit einer Stopfbüchse F für die Kurbelstange K versehen, liegt mit der unteren Seite in einer schalenförmigen Vertiefung und dreht sich mit seinen Zapfen G in zwei Augen der Stangen H, welche vorn die Triebwelle umfassen und an der hinteren Seite durch das Querstück L verbunden sind, das durch den Bolzen M an das Gestell befestigt ist. Hierdurch wird der Zylinder in seiner Lage erhalten, während er schwingt. Die Kurbelstange erteilt dem Kolben I die Bewegung. Die Austrittsöffnung P steht mit dem Druckrohre N und dem Windkessel O in Verbindung. Aus dem Saugrohre T tritt das Wasser abwechselnd, je nach der Stellung des Zylinders,

durch die Öffnungen S und S' in den Kanal R oder R' und wird aus letzteren durch die Öffnung Q in das Druckrohr befördert. In der gezeicl Stellung geben die Pfeile die Bewegung des Kolbens und des Wassei Die Querschnitte der Kanäle sind etwa halb so groß wie der Kolbenquers Die Maschine kann verhältnismäßig große Umdrehungszahl erhalten.

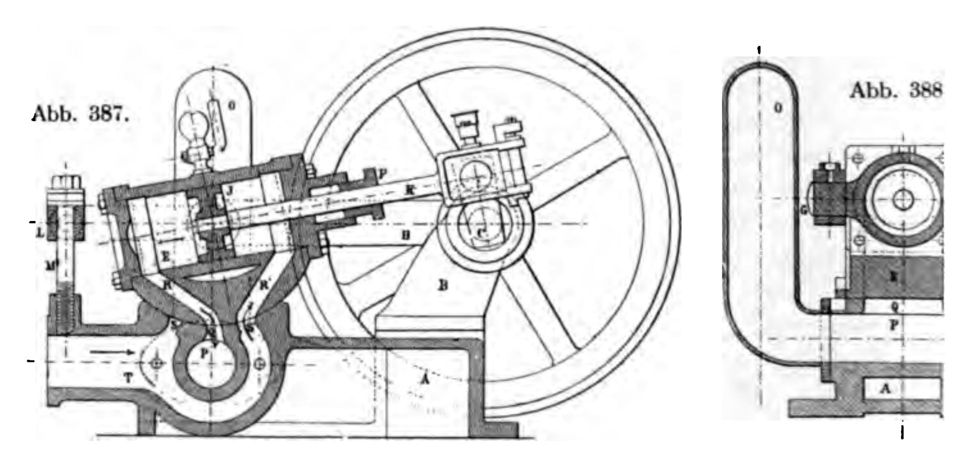


Abb. 387.

Abb. 388

beträgt 100 bis 150 in der Minute und kann noch darüber hinaus verg werden. Die hier als Pumpe angewendete Maschine kann, wie hier kurz b(werden mag, auch als Wasserkraftmaschine (Wassersäulenmaschine) benutzt w

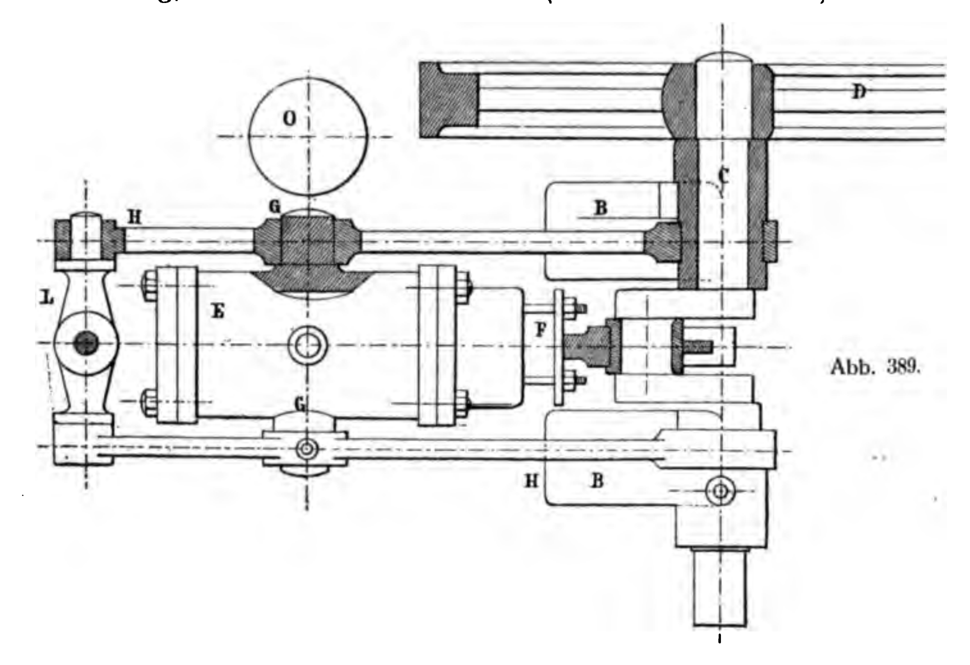


Abb. 389.

Dampfpumpen.

Die Vereinigung einer Pumpmaschine mit der dieselbe antreibenden D: maschine zu einem Ganzen nennt man eine Dampfpumpe. Bei den D

pen sind also Pumpen- und Dampfzylinder auf ein und derselben Platte
an ein und demselben Gestelle befestigt und die Kolbenstangen der Pumpe
des Dampfzylinders sind gewöhnlich aus einem Stück. Diese Dampfpumpen

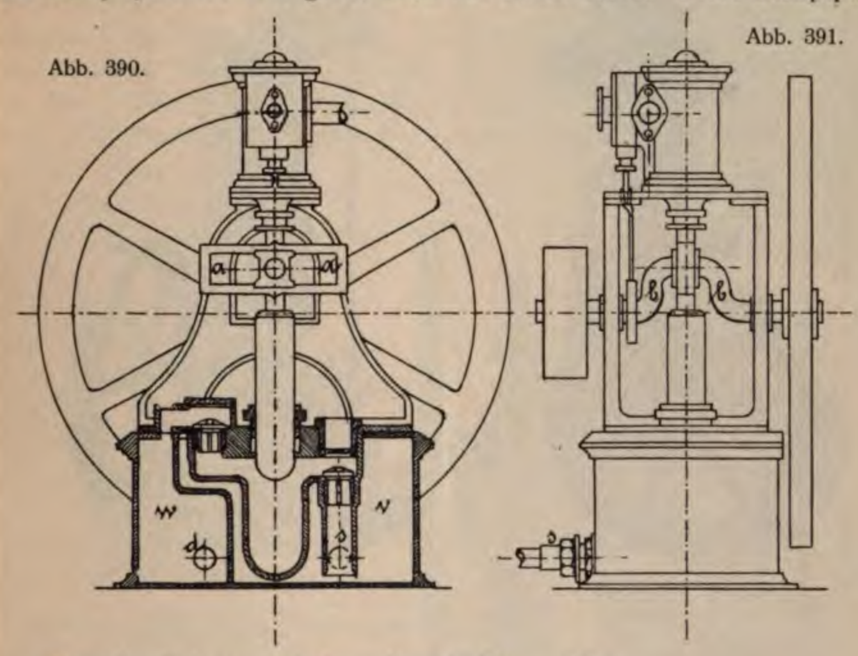
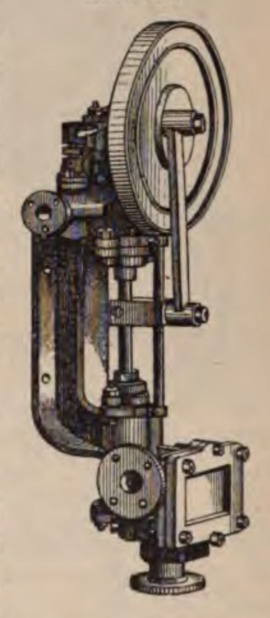


Abb. 390. Abb. 391.

n außerordentlich verschiedene Konstruktion, können
in zwei große Gruppen eingeteilt werden, nämlich in
ie mit Schwungrad oder mit Drehbewegung und in
ie ohne Schwungrad und Drehbewegung. Bei den
ren findet die Hubbegrenzung der Kolben und deren
lmäßige Hin- und Herbewegung durch einen Kurbel-
ianismus statt, bei den letzteren aber durch irgend
he andere geeignete Vorrichtungen. Die Dampfpumpen
en liegend oder stehend angeordnet werden, einfach-
doppeltwirkend arbeiten und als Ein- oder Mehr-
dermaschinen eingerichtet sein. Hier können, dem
ke dieses Buches entsprecheud, nur einige Konstruk-
n vorgeführt werden.

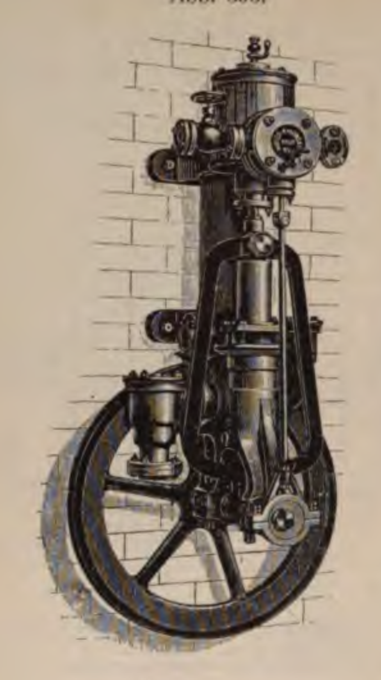
Abb. 392.



Als Beispiele für Dampfpumpen mit Dreh-
egung mögen die folgenden Zeichnungen dienen.

Die Abbildungen 390 und 391 zeigen eine ältere
pfpumpe mit stehenden Zylindern von Carret in Leeds.
Dampfkolben ist mit dem Pumpenkolben durch einen
nen a, eine sogenannte Kurbelschleife, verbunden,
lcher sich die mit einem Gleitstücke versehene Warze
zugehörigen Krummzapfens beim Gange der Pumpe hin- und herbewegt.
Vermeidung von Stößen, die bei schnellem Gange der Maschine leicht auf-
n können, sind die Räume im Sockelkasten der Pumpe als Windkessel

Abb. 393.



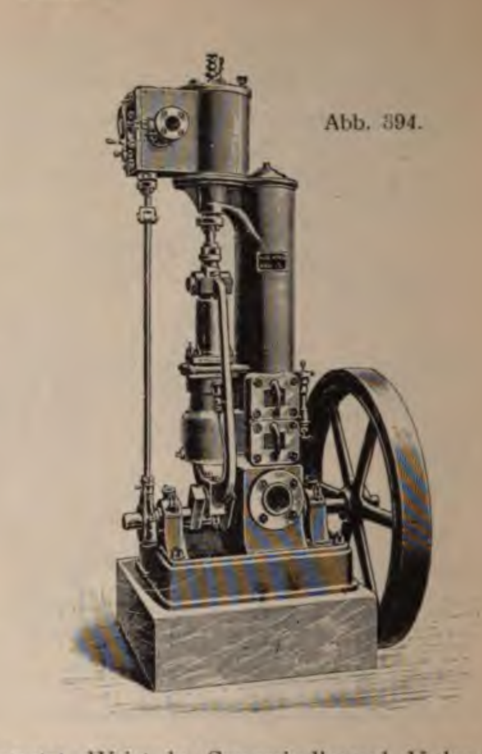
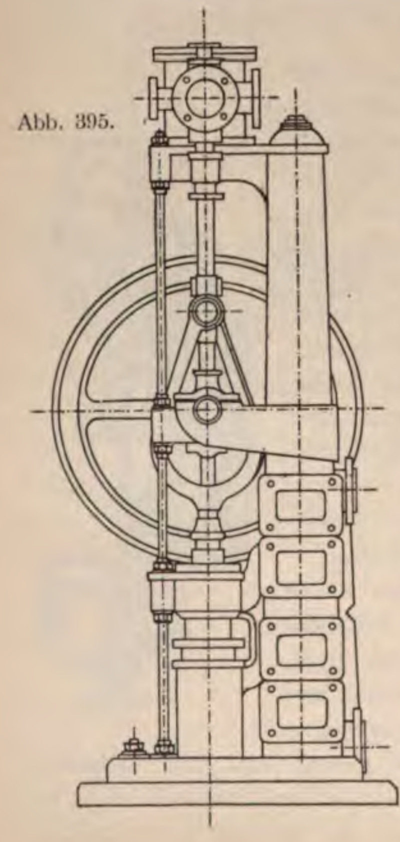


Abb. 394.

Abb. 395.



benutzt; W ist der Saugwindkessel, V der Druckwindkessel. Bei s ist das Saugrohr, bei d das Druckrohr angeschlossen Die Kurbelschleife wird noch jetzt hie und da benutzt, obgleich sie sich, namentlich bei größeren Pumpen, nicht recht bewährt hat, weil bei der geringsten Abnutzung an der Schleife oder am Gleitklotze starke Schläge auftreten. Abb. 392 veranschaulicht eine Wandpumpe, bei der die Drehbewegung durch ein über dem Dampfzylinder liegendes Schwungrad bewirkt wird. An der Kolbenstange ist ein an einer Stange geführter Arm befestigt, dessen Endzapfen durch eine kurze Lenkstange mit dem Kurbelzapfen der Schwungradscheibe verbunden ist. Durch diese Anordnung ist zwar die ganze Dampfpumpe auf einen kleinen Raum zusammengedrängt, ein Ecken und Klemmen des Armes in seiner Führung ist aber nicht ausgeschlossen. Zweckmäßiger ist daher die durch Abb. 393 dargestellte Wanddampfpumpe von Weise & Monski in Halle a. d. S., bei welcher die Lenkstange durch einen Bügel ersetzt ist, der ein solches Klemmen ausschließt, weil er an einer gekröpften Welle an-

greift, deren Krummzapfenmittel sich in einer durch die Längsachsen der beiden Zylinder gelegten Ebene bewegt. Die aus der Abbildung ersichtliche Anordnung der Ventilkammern wird getroffen, um die Ventile möglichst leicht zugänglich zu machen (vgl. Abb. 355 auf S. 230). Abb. 394 zeigt eine freistehende Dampfpumpe aus derselben Fabrik. Auch bei ihr erfolgt die Kraftübertragung zwischen Dampf- und Pumpenkolben in der vorher besprochenen Weise. Durch Abb. 395 ist eine freistehende sogenannte Unapumpe von Klein, Schanzlin & Becker in Frankenthal veranschaulicht, bei welcher man zwischen Dampf- und Pumpzylinder ein bügelartiges Maschinenelement gewahrt, welches es ermöglicht, die Schwungradwelle zwischen die Zylinder zu legen. Die ganze Anordnung erhält hierdurch etwas Gedrängtes. Bemerkenswert ist an dieser Pumpe ferner auch die Stopfbüchsenkonstruktion, die durch Abb. 396 im Schnitte dargestellt ist. Die doppeltwirkenden Pumpen mit Mönchkolben haben gewöhnlich zwei Stopfbüchsen (vgl. Abb. 398). Nach dem System Klein sind dieselben hier in eine vereinigt, was mehrere Vorteile hat, von denen der der Reibungsverminderung der bedeutendste ist. a ist eine in das Gehäuse eingetriebene Büchse. Die Verpackung b dichtet bei a den Kolben ab. Die Dichtungsfläche ist immer gleich groß, ob viel oder wenig Verpackung eingelegt ist und ob oben die Stopfbüchsenbrille stark oder schwach angezogen ist. Für ganz hohe Drucke wird diese Stopfbüchsenkonstruktion etwas abgeändert. Unapumpen werden auch liegend und für alle möglichen Antriebsarten ausgeführt. In Abb. 397 ist eine freistehende Verbund-Dampfpumpe, deren Konstruktion ebenfalls von Weise & Monski stammt, dargestellt. Es ist eine Zwillingsdampfpumpe mit zwei gleichen Pumpenzylindern, aber zwei ungleich weiten Dampfzylindern, nämlich einem Hochdruck- und einem Niederdruckdampfzylinder. Durch diese Einrichtung wird eine sehr bedeutende Dampfersparnis erzielt. Der frische Dampf wird nur in den kleinen Dampfzylinder, den Hochdruckzylinder, geleitet und strömt, nachdem er in demselben seine Arbeit verrichtet hat, in den großen Dampfzylinder, den Niederdruckzylinder, über, in welchem er vollständig expandiert und auf das vollkommenste ausgenutzt wird.

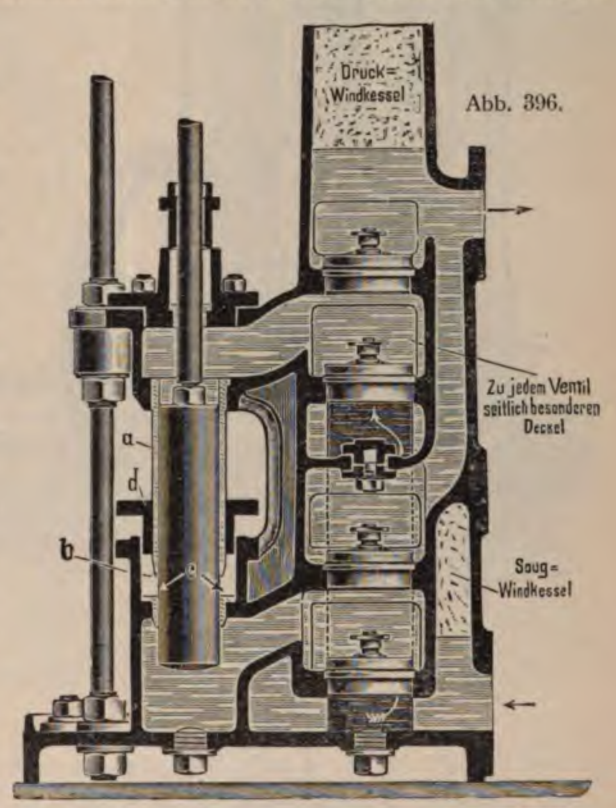


Abb. 396.

Die Abb. 398 veranschaulicht in einem allerdings sehr kleinen Maßstabe eine doppeltwirkende Dampfpumpe liegender Anordnung mit Schwungrad. Da der Angriff der Lenkstange an die Kolbenstange hinter der Pumpe liegt, so wird diese ganze Anordnung sehr lang und für viele Fälle ungeeignet. Zweckmäßiger ist daher in dieser Hinsicht die durch Abb. 399 dargestellte Weise und Monskische liegende Dampfpumpe.

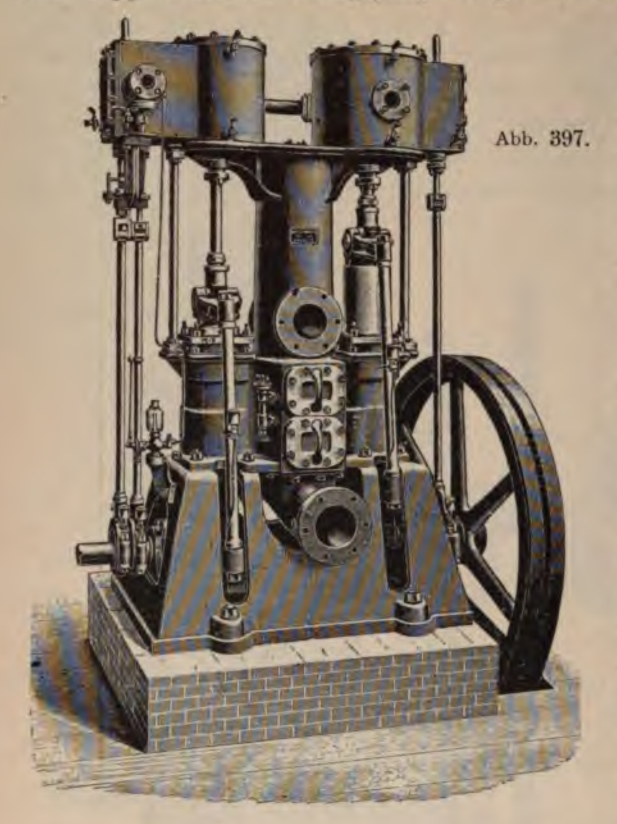


Abb. 397.

Bei den Dampfpumpen ohne Drehbewegung sind der Dampf- und der Pumpenkolben ebenfalls auf einer gemeinsamen Kolbenstange befestigt. Da diese Pumpen ein Schwungrad besitzen, so können sie sehr kurz gebaut werden; sie nehmen daher auch nur wenig Platz in Anspruch. Über die Einrichtung der Pumpzylinder an diesen Dampfpumpen ohne Drehbewegung ist nichts weiter zu sagen, sie unterscheiden sich nicht von

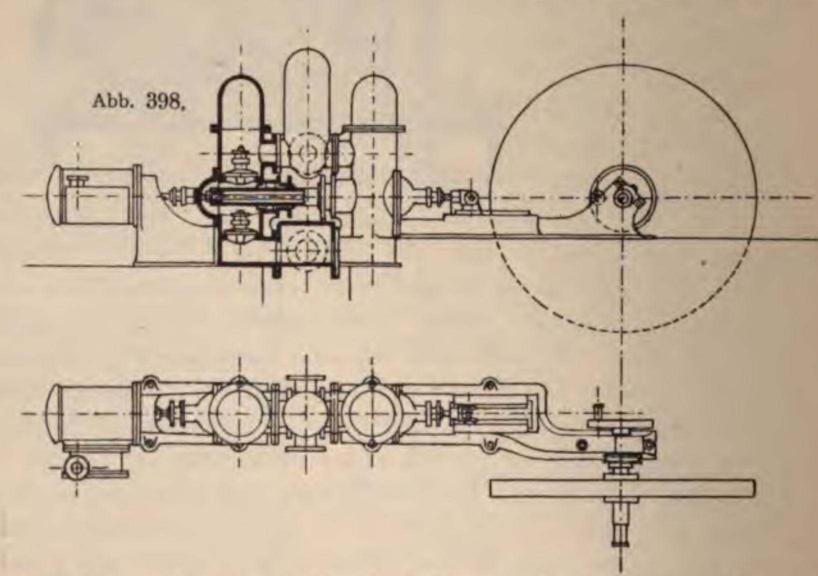
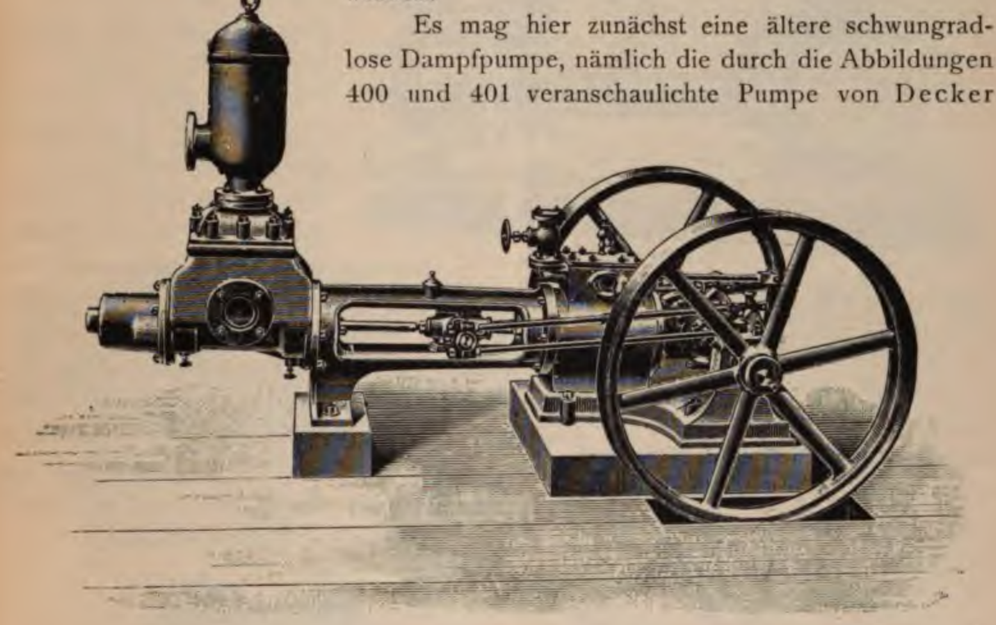


Abb. 398.

den bisher besprochenen; wohl aber bieten die Dampfmaschinen, die zur Bewegung der Pumpen dienen, mancherlei Neues für unsere Betrachtungen dar.

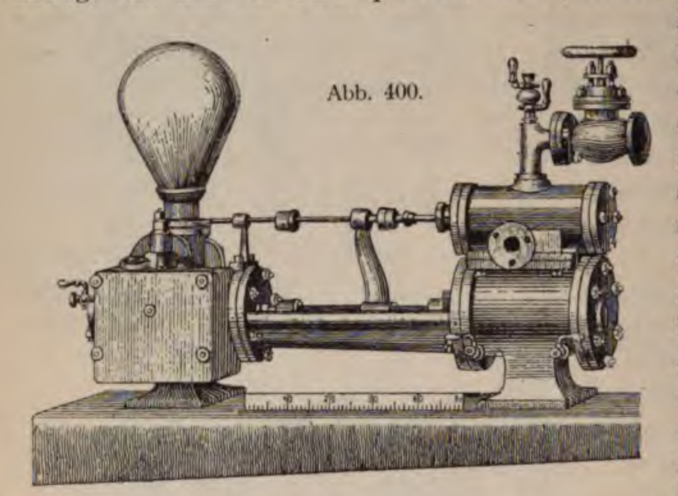
Es gibt bei ihnen allerdings eine so große Zahl mehr oder weniger von einander abweichender Konstruktionen, dass sie hier nicht alle besprochen werden können. Wir müssen uns vielmehr mit einer kleinen Zahl von Beispielen begnügen. Bei allen diesen Pumpen ist die Steuerung der Dampfmaschine der wichtigste Punkt. Diese Steuerung ist so einzurichten, dass der Dampfkolben bei langsamem Gange nicht stehen bleibt und bei schnellem Gange nicht mit Gewalt gegen die Zylinderdeckel geschleudert wird. Ersteres würde den Stillstand der Dampfpumpe, letzteres Brüche zur Folge haben. Da keine Drehbewegung vorhanden ist, so muss die Steuerung von der Kolbenstange oder vom Kolben aus in Tätigkeit gesetzt werden.

Abb. 399.



Es mag hier zunächst eine ältere schwungradlose Dampfpumpe, nämlich die durch die Abbildungen 400 und 401 veranschaulichte Pumpe von Decker in Cannstatt etwas näher betrachtet werden. Abb. 400 zeigt die Pumpe in ihrer äußeren Ansicht, Abb. 401 im Schnitte. Die Pumpe besteht aus drei Hauptteilen, dem Dampfzylinder A, dem Steuerzylinder B und der doppeltwirkenden Pumpe C. Der Dampfzylinder und die eigentliche Pumpe sind durch ein muldenförmiges Verbindungsstück mit einander verbunden, welches nebenbei auch noch zum Aufnehmen des aus den Stopfbüchsen ablaufenden Öles dient. In dem Steuerzylinder B befindet sich der mit verschiedenen Aussparungen, Eindrehungen und Bohrungen versehene, völlig entlastete Schieber-, Stoß- oder Steuerkolben, der durch den auf der Kolbenstange sitzenden Arm E mit Hilfe der auf der Schieberstange verstellbar befestigten Steuerknaggen F und F_1 hin- und herbewegt werden kann. Der Kanal a im Steuerkolben steht während der Arbeit der Pumpe ständig mit der Frischdampfleitung in Verbindung, während die Kanäle b und b_1 stets mit der Abdampfleitung verbunden sind. Durch die Kanäle c und c_1 erfolgt die Zu- und Abführung des Dampfes. In Abb. 401 steht also die rechte Seite des Dampfkolbens durch die Kanäle a und c mit dem

Frischdampfe, die linke Seite aber durch die Kanäle c_1 und b_1 mit dem Abdampfe in Verbindung. Durch diese Stellung wird die Bewegung des Dampfkolbens und die des mit diesem verbundenen Pumpenkolbens nach links eingeleitet. Bewegt sich nun das Kolbenpaar nach links, so stößt kurz vor Beendigung des Hubes der Arm E an den Knaggen F_1 und bewegt dadurch den Steuerkolben etwas nach links. Tritt nun, was in der Mittelstellung des Kolbens D geschieht, die Bohrung d über die mit dem Innern des Dampfzylinders in Verbindung stehende Bohrung e, so strömt Frischdampf durch diese Bohrungen und die Öffnung f auf die rechte Seite des Steuerkolbens. Gleichzeitig wird auch die linke Seite des Steuerzylinders durch die zu e f d symmetrisch angeordneten Bohrungen f_1 e_1 d_1 mit der Abdampfleitung verbunden, so dass der Steuerkolben nach links verschoben wird. Die Maschine wird auf diese Weise umgesteuert. Die genannten Bohrungen ermöglichen es, dass sich kurz vor dem Hubende im Steuerzylinder ein Dampfkissen bildet, welches den Stoß des durch den Dampfdruck gegen die Deckel des Schieberkastens getriebenen Steuerkolbens aufnimmt und unschädlich macht; auch im Dampfzylinder werden solche Dampfkissen erzeugt. Durch Verstellung der Steuerknaggen auf der Schieberstange lässt sich der Kolbenhub und damit auch die Pumpenleistung regeln. Die Pumpe selbst ist doppeltwirkend und hat vier Kautschukplattenventile, welche durch Federn in ihrem Gange während des Pumpens reguliert werden. Gewöhnlich ist noch ein Sicherheitshahn oder Ventil angebracht, welches durch sein


Abb. 400.

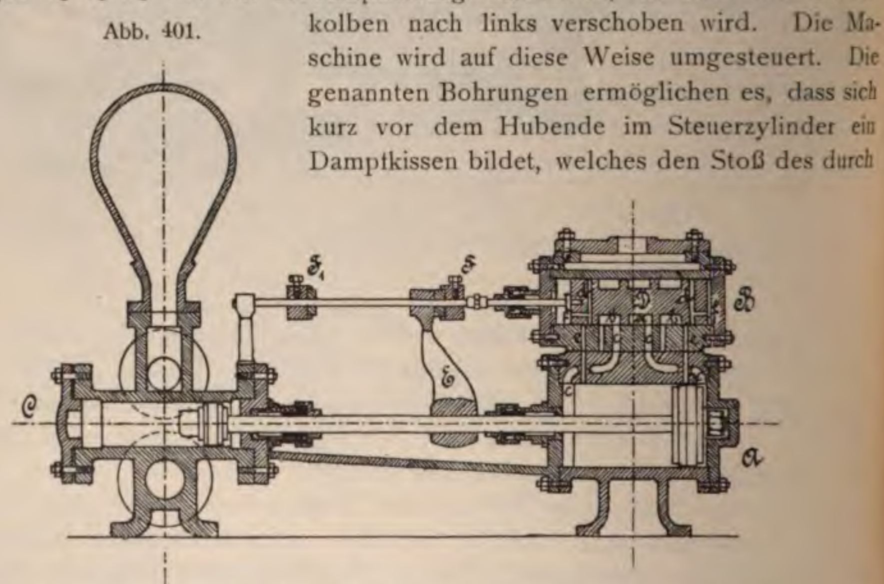


Abb. 401.

selbständiges Öffnen das Zersprengen des Pumpengehäuses verhütet. Eine andere Steuerung einer schwungradlosen Dampfpumpe zeigt die Skizze Abb. 402. Die Konstruktion rührt von Jacobi in Kladno her. A ist der Dampfzylinder, C der Dampfkolben, welcher in der Richtung des Pfeiles von der punktierten Stellung 1 über 2 nach 3 in Bewegung gedacht ist. B B sind zwei an dem Dampfzylinder angebrachte Steuerzylinder, in denen sich die Steuerkolben D, E, F und G, und zwar alle untereinander durch eine Stange fest verbunden, befinden. K ist der Dampfzuströmungs-, I der Dampfauspuffkanal. Beide stehen auf die aus der Zeichnung ersichtliche Weise mit dem Dampfzylinder in Verbindung. Außerdem ist derselbe noch durch vier besondere Kanäle mit dem Innern der Steuerzylinder verbunden. Die Mündungen dieser Kanäle sind im Dampfzylinder mit a, c, e und g, in den Steuerzylindern mit b, d, f und h bezeichnet. Die Kolben G und F sind durchbohrt, so dass auf beiden Seiten derselben gleicher Druck herrschen muss. In der gezeichneten Stellung tritt der Dampf aus dem Dampfkanale K in der Richtung des Pfeiles in den Steuerzylinder und durch denselben in den Dampfzylinder, wo er den Dampfkolben in der Richtung des Pfeiles fortbewegt. Auf beiden Seiten der Kolben G und D herrscht gleicher Druck, da der Dampf durch den Kanal c d auch hinter den Kolben D treten kann. Auf der andern Seite des Dampfzylinders ist durch den Kolben E die Verbindung mit dem Auspuffkanal I hergestellt, während auf beiden Seiten der Steuerkolben E und F ebenfalls gleicher Druck herrscht, nämlich die Spannung des Auspuffdampfes. Alle Steuerkolben befinden sich also in vollkommenem Gleichgewichte. Sobald aber der Dampfkolben C in seiner weiteren Bewegung von der Stellung 2 nach 3 den Dampfkanal e überschritten hat (wenn er z. B. die Stellung 3 einnimmt), so tritt Dampf durch c f auf die rechte Seite des Steuerkolbens E und drückt denselben nach links, so dass der Dampfzuströmungskanal K nun mit dem Innern des Dampfzylinders rechts in Verbindung tritt und der einströmende Dampf den Dampfkolben C nunmehr von rechts nach links bewegt. Auf der entgegengesetzten Seite hat dabei der Steuerkolben D die Einströmung K geschlossen und den Auspuff I geöffnet. Der Kolben F hat in dieser Stellung den Kanal f e abgesperrt, so dass kein Betriebsdampf nach der Auspuffseite hin entweichen kann. Sobald der Dampfkolben C sich von rechts nach links bewegt und die Öffnungen g und e überschritten hat, wirkt voller Dampfdruck auf beiden Seiten der Kolben E und F, so dass sich dieselben im Gleichgewichte befinden. Wenn nun der Dampfkolben auf seinem Wege von rechts nach links in der Stellung 1 angekommen ist, tritt Dampf durch den Kanal a b auf die linke Seite der Kolben G und D, während der Kanal c d noch durch den Dampfkolben C gesperrt ist. Es muss

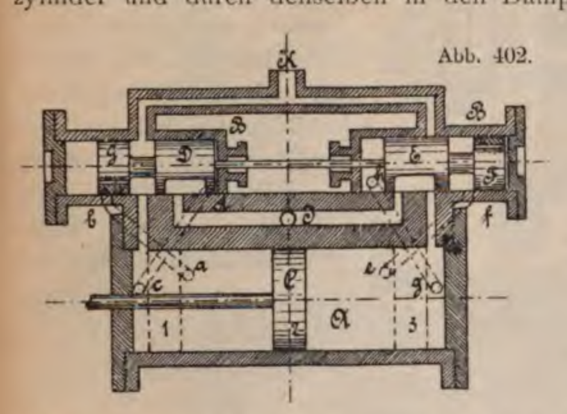


Abb. 402.

also, da bei E und F auf beiden Seiten gleicher Druck herrscht, der Dampfdruck alle Kolben nach rechts in dieselbe Stellung, welche in der Abbildung angenommen wurde, schieben und den Dampfeintritt von K nach der linken Zylinderseite öffnen, während auf der anderen Seite die Verbindung mit dem Auspuff I hergestellt wird. Da nun wieder die Öffnung b geschlossen ist, so wird auch hier etwaigen Dampfverlusten vorgebeugt. Nun beginnt das Spiel der Pumpe wieder, von welchem bei der Beschreibung ausgegangen wurde. Hervorzuheben ist noch, dass die Steuerung mit einem einfachen Katarakte versehen werden kann, welcher Hubpausen ermöglicht. Als drittes Beispiel mag schließlich noch die durch die beiden Abbildungen **403** und **404** veranschaulichte Steuerung von **Hülsenberg** in **Freiberg**, die er bei seinen „direktwirkenden" Dampfpumpen anwendet, hier besprochen werden. In den Abbildungen ist a a_1 die drehbare, mit Steuerknaggen und dem Hebel b versehene, seitlich in der Zylinderwand gelagerte Steuerwelle, c ist der prismatische Vorsteuerschieber und d der eigentliche Steuerkolben mit Verteilungsschieber. Der Vorsteuerschieber ist stets nur vom Auspuffe belastet und erfordert demnach zu seiner Bewegung einen geringen Kraftaufwand. Er ist auch nur einem geringen Verschleiße unterworfen und dichtet sich infolge seiner Gestalt selbsttätig nach. Geringe Abnutzung erfahren auch die mit schiffsschraubenartig gestalteten Streifflächen versehenen Steuerknaggen a und a_1. Der Raum im Hauptsteuergehäuse zwischen den beiden Köpfen des Steuerkolbens steht mit der Dampfzuleitung in ständiger Verbindung. Die Wirkung dieser Steuerung ist nun folgende. Am Ende seines Hubes gleitet der Dampfkolben unter eine der Knaggen a oder a_1, hebt dieselbe etwas und bewegt so, indem

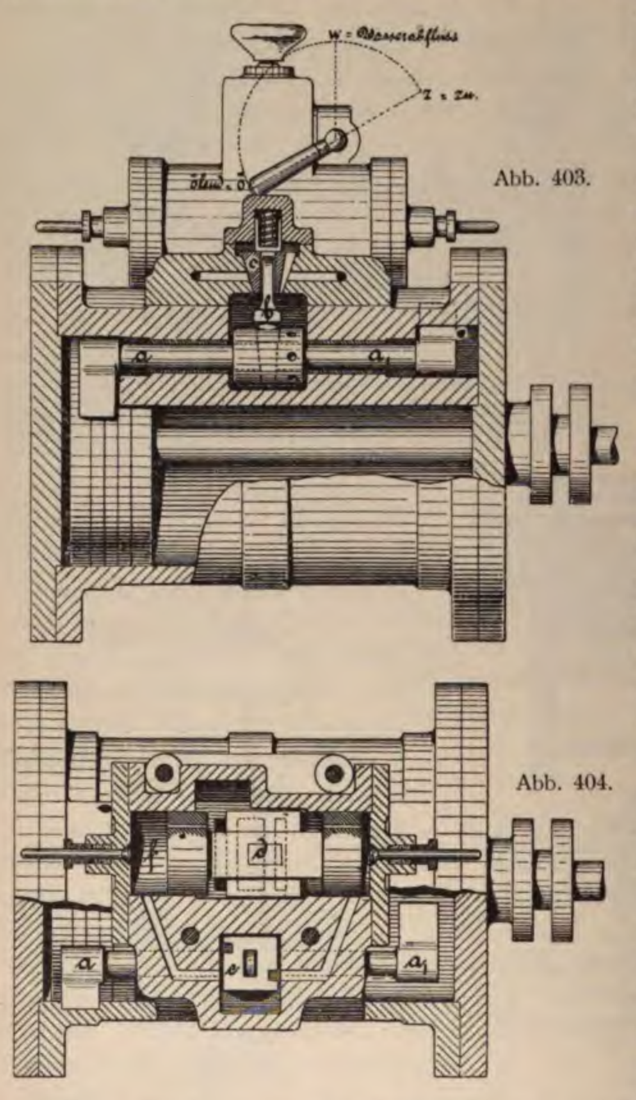
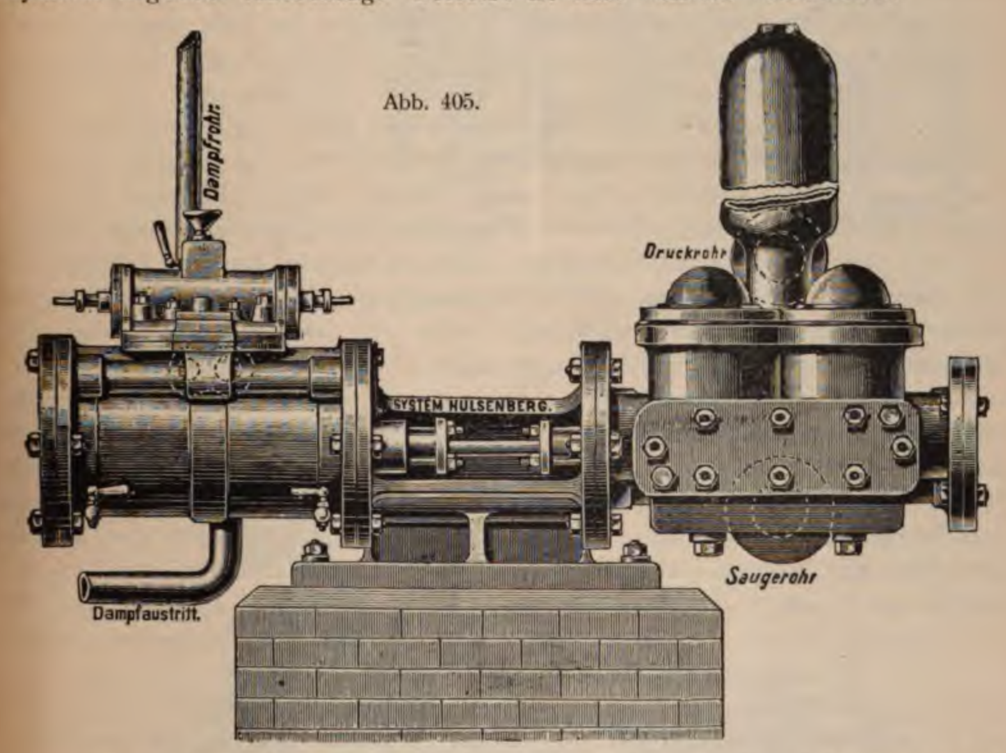


Abb. 403.

Abb. 404.

er die Steuerwelle dreht, den Hebelstift b und mit diesem den Vorsteuerschieber c. Der letztere setzt nun die Kammer f oder die entsprechende andere, in der Zeichnung durch den Steuerkolben verdeckte Kammer f_1 des Hauptschiebergehäuses mit dem Auspuffe in Verbindung. Da durch die engen Löcher im Kolben d frischer Dampf geht, so bewegt sich der Steuerkolben nebst Dampfverteilungsschieber nach der durch den Vorsteuerschieber c vom frischen Dampf entlasteten Seite hin, nach welcher der Dampfkolben nun folgen muss. Die Hülsenbergschen direktwirkenden Pumpen werden sowohl liegend als auch stehend und mit Scheibenkolben oder mit Mönchkolben ausgeführt; letztere sind, ähnlich wie die Kleinschen Unapumpen, mit einer einzigen Stopfbüchse versehen. Abb. 405 zeigt die äußere Ansicht einer direktwirkenden Dampfpumpe einfachen Systems liegender Anordnung. Dieselbe ist ohne weiteres verständlich.

Abb. 405.



Das Anlassen und die Behandlung der schwungradlosen Dampfpumpen sind nicht ganz so einfach wie die der Pumpen mit Drehbewegung. Es mögen deshalb einige hierauf bezügliche Bemerkungen über die Dampfpumpen nach System Hülsenberg folgen, die auch für andere Pumpen, natürlich mit entsprechender Änderung, Geltung haben dürften.

Man öffnet zunächst die am Dampfzylinder befindlichen Abstoßhähne, sodann bewegt man im kalten Zustande den Hauptsteuerkolben einige Male hin und her. Dies geschieht bei größeren Pumpen mittels eines in der Mitte des Schieberkastens angebrachten Anstellhebels oder bei kleineren Pumpen mittels der Stifte in den Enddeckeln des Schieberkastens (vgl. Abb. 405). Dann öffnet man das Dampfventil für kurze Zeit und schließt es wieder. Sodann bewegt

man den Hauptsteuerkolben in der schon beschriebenen Weise noch einige Male und öffnet dabei das Dampfventil wieder. Letzteres hat sehr vorsichtig und langsam zu geschehen. Man wiederholt dies Verfahren so lange, bis die Pumpe zu arbeiten beginnt. Man beachte aber stets, dass das Anlassen nur ganz allmählich geschieht, so dass zunächst nur ein richtiges Erwärmen aller Teile, namentlich des Vorsteuerschiebers in seiner Kammer, stattfindet. Niemals darf durch Schlagen auf den Anstellhebel oder auf die Stifte ein Bewegen des Steuerkolbens versucht werden. Zur Ingangsetzung der Maschinen sind etwa 3 bis 4 Minuten erforderlich. Während dieser Zeit hat man die Abstoßhähne so weit geschlossen, dass wohl ein feiner Strahl Kondenswassers, aber kein Dampf ausbläst. Ebenso hat man kurz vor oder nach Beginn des regelrechten Arbeitens das Schmiergefäß angestellt. Dies geschieht, indem man den Griff des Schmiergefäßes auf den Buchstaben O einstellt. Ist bei sehr großen Dampfzylindern das Bewegen des Steuerkolbens in kaltem Zustande nicht gut möglich, so öffnet man gleich anfänglich das Dampfventil für kurze Zeit und verfährt dann wie beschrieben. Vom Maschinenwärter ist darauf zu achten, dass sich die über den Pumpenventilen angebrachten Ventilfedern stets in guter Ordnung befinden. Haben dieselben an Spannung verloren, was bei längerem Betriebe nicht ausbleibt, so müssen sie wieder angespannt oder gegen neue ausgewechselt werden. Auch hat der Maschinenwärter dafür zu sorgen, dass der Dampf- und der Pumpenkolben stets fest auf der Kolbenstange sitzen, dass sich also die Kolbenstangenmuttern nicht lockern. Es dürfte sich daher empfehlen, aller acht bis vierzehn Tage einmal Kolbenstange, Kolben und Ventile nachzusehen.

Soll die Pumpe längere Zeit stillstehen, so lässt man das Kondenswasser durch die Abstoßhähne ab, talgt das sichtbare Stück der Kolbenstange gut ein und füllt das Schmiergefäß, solange der Zylinder noch heiß ist, mit Terpentinöl, welches beim Sichverflüchtigen alle inneren Dampfzylinderteile von etwa anhaftendem Schmutze befreit, mit einer feinen Ölschicht überzieht und so vor dem Verrosten schützt. Dass hierbei wegen der Feuergefährlichkeit des Terpentinöles mit großer Vorsicht verfahren werden muss, ist wohl selbstverständlich. Als Schmiere nimmt man bis zu etwa $5^1/_2$ Atm. Kesselüberdruck reinen, säurefreien Talg; über $5^1/_2$ Atm. benutzt man säurefreie Mineralöle. Bei der Aufstellung der Pumpen ist auf völlige Dichtheit sämtlicher Flanschverbindungen zu sehen, ferner ist die Benutzung eines Saugkorbes mit Fußventil zu empfehlen. Bei großen Druckhöhen ist hinter dem Windkessel ein Wasserschieber oder ein Rückschlagventil in die Druckrohrleitung und bei mehr als 5 m Saughöhe oder 10 m Saugrohrlänge ein Saugwindkessel in den Saugstrang einzuschalten. Als vorteilhafteste Saughöhe gibt Hülsenberg 4 m an.

Die bisher besprochenen schwungradlosen Dampfpumpen steuern sich selbst. Man kann die Steuerung aber auch dadurch bewirken, dass man zwei Pumpen ohne Drehbewegung nebeneinander stellt und die Steuerung der einen durch die Kolbenstange der anderen besorgen lässt. Diese Anordnung wurde zuerst von Worthington ausgeführt. Zwei in der erwähnten Weise mit einander verbundene Pumpen bilden eine sogenannte Duplexpumpe. Kennzeichnend für die Steuerung der Duplexpumpen sind die doppelt angeordneten Dampfkanäle

(vgl. Abb. 406, die den Längsschnitt einer Worthingotnpumpe gibt). Die inneren Kanäle stehen mit der Dampfableitung, dem Auspuffe, die äußeren mit der Dampfzuleitung, dem Frischdampfe, in Verbindung. Gegen das Ende eines Kolbenhubes wird also der Dampfaustritt früher abgeschlossen, als es sonst der Fall sein würde, so dass sich zwischen dem Kolben und dem Zylinderdeckel ein den Kolben aufhaltendes Dampfpolster bildet und das Anstoßen des Kolbens gegen den Deckel verhindert. Durch die gegenseitige Steuerung der beiden Dampfmaschinen werden auch auf einfache Weise Hubpausen erzeugt, währendwelcher die Pumpenventile stoßfrei zum Abschlusse gelangen. Ist nämlich ein Kolben am Ende seines Hubes angekommen, so wird er hier eine Zeit lang stehen bleiben, weil der vom andern Kolben bewegte Dampfschieber den Dampfeintrittskanal noch nicht geöffnet hat; dies geschieht erst dann, wenn der letztere Kolben seine Mittelstellung überschritten hat. Da stets ein Dampfeintrittskanal in einem der beiden Schieberkästen geöffnet ist, so ist kein toter Punkt vorhanden und die Pumpe kann daher bei jeder Stellung der Kolben durch einfaches Öffnen des Dampfeintrittsventils angelassen werden. Da bei den Duplexpumpen stets zwei doppeltwirkende Pumpen mit einander in dasselbe Druckrohr arbeiten, so ist ihre Wasserförderung sehr gleichmäßig und man kommt mit verhältnismäßig kleinen Windkesseln aus. Die Abb. 407 zeigt eine liegende Duplexdampfpumpe von Weise & Monski und Abb. 408 eine stehende von derselben Fabrik. Auch bei den Duplexpumpen wird die Verbundanordnung,

Abb. 406.

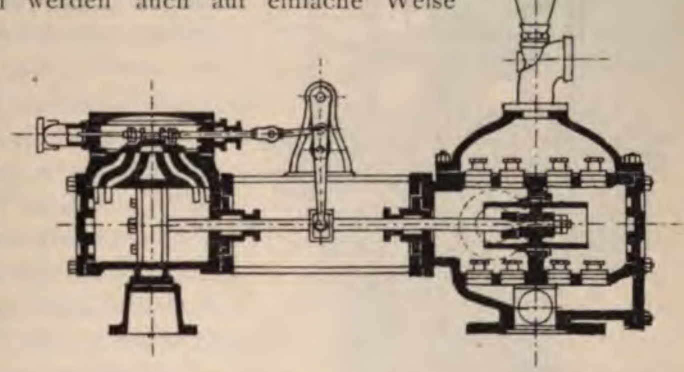
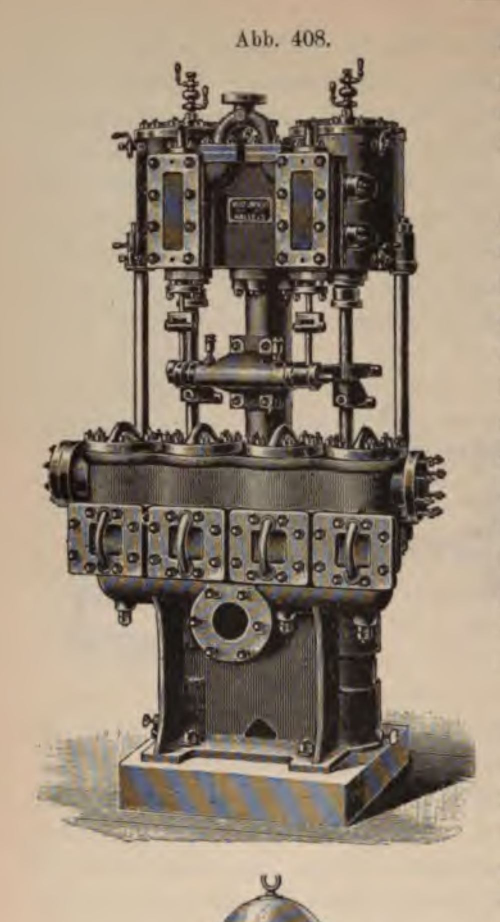


Abb. 407.

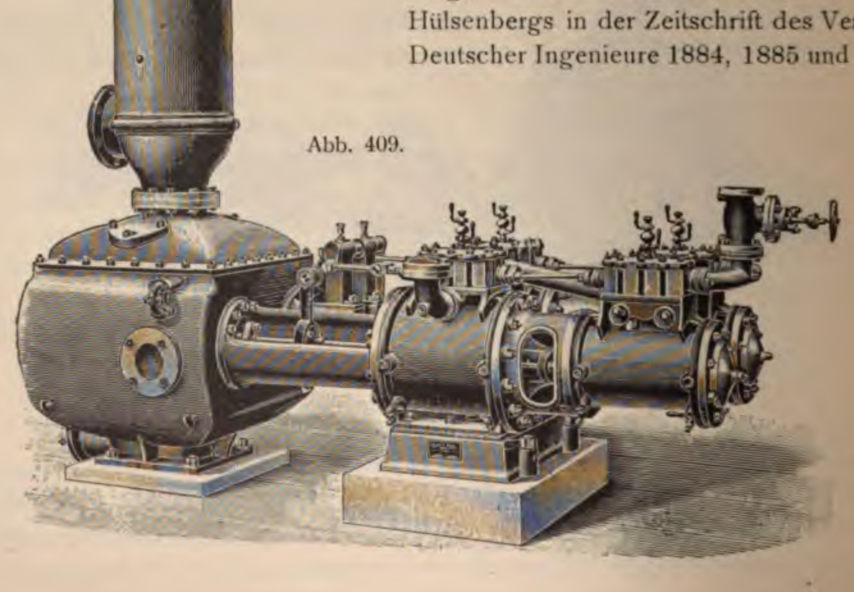
Abb. 408.



wie sie vorher bei Besprechung der Schwungraddampfpumpen erwähnt wurde, angewendet. Abb. 409 zeigt eine solche Duplex-Verbunddampfpumpe von Weise & Monski.

Sämtliche Pumpen ohne Drehbewegung, bei denen ein Dampfzylinder mit einem Pumpenzylinder verbunden ist, brauchen viel Dampf, weil sie infolge des fehlenden Schwungrades mit nahezu voller Füllung arbeiten müssen. Man hat deshalb in neuerer Zeit versucht, diesem Übelstande durch die Einführung von Verbunddampfmaschinen, durch die Anordnung besonderer Expansionssteuerungen und durch die Konstruktion von sogenannten Kraftausgleichern abzuhelfen und tatsächlich gute Erfolge damit erzielt. Die erwähnten Kraftausgleicher dienen dazu, die während der ersten Hälfte eines Kolbenhubes überschüssig geleistete Arbeit aufzuspeichern und während der zweiten Hälfte des Hubes nutzbar zu machen. Näher hierauf sowie auf die Expansionssteuerungen und die Verbunddampfmaschinen, außer den mitgeteilten Beispielen, einzugehen, verbietet der Zweck dieses Buches. Eingehend behandelt findet man alle diese Fragen in den sehr lesenswerten Arbeiten Hülsenbergs in der Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure 1884, 1885 und 1895.

Abb. 409.



Schnelllaufende Pumpen.

Man ist in neuerer Zeit von dem früher allein üblichen Bau langsam gehender Pumpen immer mehr und mehr zu dem Baue von schnelllaufenden Pumpen übergegangen, weil letztere, wenn sie richtig gebaut sind, eine größere Betriebssicherheit besitzen als erstere. Durch langsam arbeitende Pumpen müssen nämlich, für gleiche Leistung, bei jedem Hube im Innern der Pumpe größere Massen in Bewegung gesetzt und wieder zur Ruhe gebracht werden als bei schnelllaufenden Pumpen. Die Beschleunigungsdrucke sind daher bei ihnen auch größer und die Gefahr von Brüchen ist ihnen näher gerückt. Auch die Anwendung der neuerdings immer allgemeiner zur Ausführung gelangenden schnelllaufenden Kraftmaschinen als Antriebsmaschinen für Pumpen gab Veranlassung zum Bau schnelllaufender Pumpen, weil man aus leicht verständlichen Gründen bestrebt ist, das Zwischengeschirr zwischen Pumpe und Antriebsmaschine tunlichst zu vermindern.

Die schnelllaufenden Pumpen arbeiten mit kleinen Kolbenhüben, aber mit großen Spielzahlen. Langsamgehende Pumpen haben Kolbengeschwindigkeiten bis etwa 1 m in der Sekunde und machen je nach der Größe des Kolbenhubes bis ungefähr 75 Spiele in der Minute. Mittelschnell oder „normal“ arbeitende Pumpen, d. h. solche, die ohne weiteres durch sogenannte normale Dampfmaschinen angetrieben werden können, haben bis 1,75 m Kolbengeschwindigkeit und bis etwa 150 Kolbenspiele. Die schnelllaufenden Pumpen aber, die jetzt fast allgemein als Express- oder Eilpumpen bezeichnet werden, arbeiten mit Kolbengeschwindigkeiten bis zu ungefähr 2,5 m in der Sekunde und machen dabei bis 300 Kolbenspiele und mehr in der Minute. Wie schon angedeutet wurde und aus Vorstehendem wohl klar hervorgeht, beziehen sich die Bemerkungen über die schnelle Bewegung nur auf die Eilpumpen; die Abmessungen der Saug- und Druckrohrleitungen sind wie bei den andern Pumpen zu bestimmen. Die Saughöhe sollte bei den Expresspumpen nicht über 4 m betragen, weil sich sonst sehr leicht Schläge einstellen. Die Ventile der Expresspumpen müssen natürlich wegen der großen Spielzahl ebenfalls mit kurzem Hube arbeiten, sie müssen aber großen Durchflussquerschnitt und möglichst geringe Masse haben. Sie werden daher meist aus Rotguss, also einem Stoffe von hohem spezifischen Gewichte, aber möglichst leicht hergestellt. Der rechtzeitige Schluss derselben wird durch Federn, Gummipuffer usw. bewirkt.

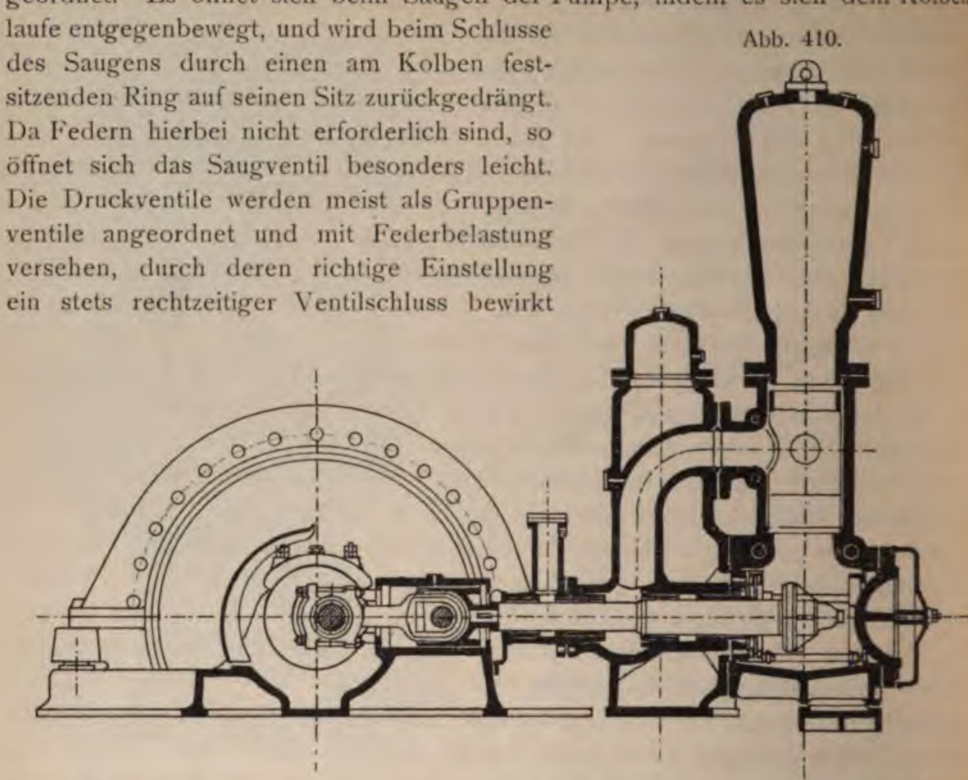
Die Expresspumpen können einfach- und doppeltwirkend, sowie als Differentialpumpen konstruiert werden. Vielfach baut man sie auch als Drillingspumpen, bei denen drei einfachwirkende Pumpen nebeneinander angeordnet sind, die von einer gemeinsamen Kurbelwelle aus angetrieben werden. Die Kurbeln sind um 120^0 gegeneinander verstellt und ermöglichen eine sehr gleichmäßige Wasserförderung.

Der Antrieb der Expresspumpen erfolgt meist durch Elektromotoren, und zwar entweder durch unmittelbare Kupplung oder durch Zahnrad oder Riemenübertragung; doch kann er natürlich auch auf irgend eine andere passende Weise durch irgend eine andere Antriebsmaschine erfolgen.

Abb. 410 zeigt eine Riedlersche Differentialexpresspumpe mit unmittelbarem elektrischen Antrieb im Schnitte (Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1901 S. 1445). Das

Saugventil ist bei den Riedlerpumpen ringförmig um den Mönchkolben angeordnet. Es öffnet sich beim Saugen der Pumpe, indem es sich dem Kolbenlaufe entgegenbewegt, und wird beim Schlusse des Saugens durch einen am Kolben festsitzenden Ring auf seinen Sitz zurückgedrängt. Da Federn hierbei nicht erforderlich sind, so öffnet sich das Saugventil besonders leicht. Die Druckventile werden meist als Gruppenventile angeordnet und mit Federbelastung versehen, durch deren richtige Einstellung ein stets rechtzeitiger Ventilschluss bewirkt

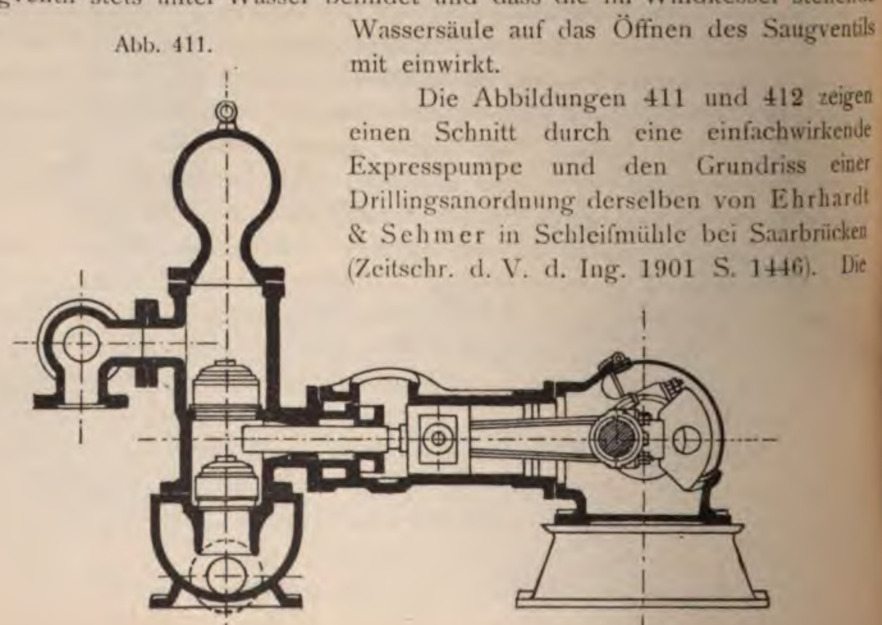
Abb. 410.



wird. Bemerkt werden mag, dass der Saugwindkessel so angelegt ist, dass sich das Saugventil stets unter Wasser befindet und dass die im Windkessel stehende Wassersäule auf das Öffnen des Saugventils mit einwirkt.

Die Abbildungen 411 und 412 zeigen einen Schnitt durch eine einfachwirkende Expresspumpe und den Grundriss einer Drillingsanordnung derselben von Ehrhardt & Sehmer in Schleifmühle bei Saarbrücken (Zeitschr. d. V. d. Ing. 1901 S. 1446). Die

Abb. 411.



npe zeichnet sich durch große Einfachheit aus. Die Einzelheiten der Maschine, die hier leider nicht näher eingegangen werden kann, sind mit besonderer gfalt durchgearbeitet. Als Ventile sind bei dieser Pumpe normale selbsttätige tgummiringventile, und zwar sowohl für die ıck- als auch für die Saugseite angewendet den.

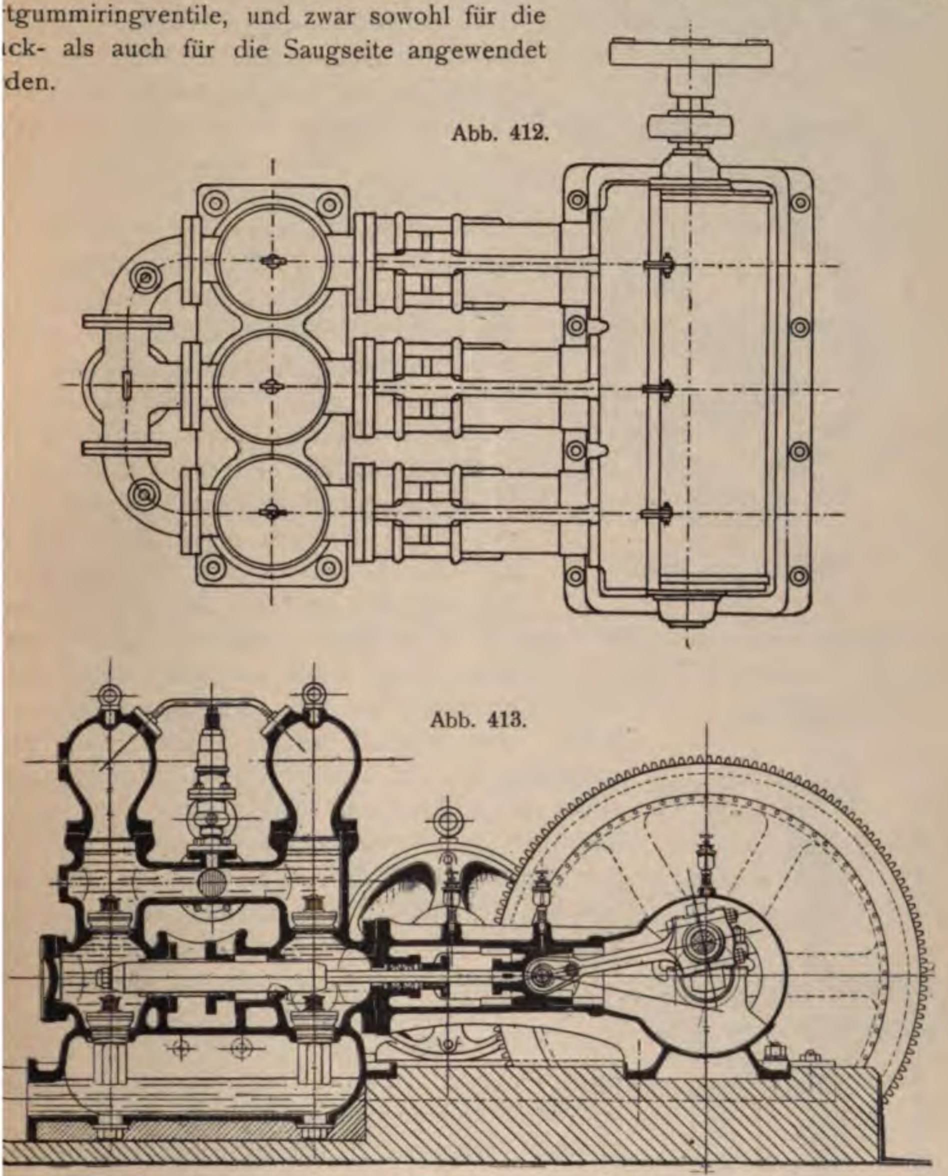


Abb. 412.

Abb. 413.

Die Abb. 413 veranschaulicht einen Längsschnitt durch eine liegende ›peltwirkende Expresspumpe von Klein, Schanzlin & Becker, deren Einıtung nach dem Bilde ohne weiteres verständlich ist. Bemerkenswert ist die Abdichtung des Mönchkolbens verwendete Unastopfbüchse. Der Antrieb ›lgt durch einen, auch in der Zeichnung sichtbaren Elektromotor mit Zahnübersetzung. Die beiden vorher besprochenen Pumpen sind unmittelbar mit ı elektrischen Antriebsmotor gekuppelt.

Pumpen mit schwingendem und mit drehendem Kolben.

Die Pumpen mit schwingendem Kolben, die auch **Flügelpumpen** genannt werden, bestehen aus einem runden, seitlich durch Platten abgeschlossenen Gehäuse, in welchem sich ein um eine Achse schwingender und sich gegen die Gehäusewandungen luftdicht anlegender Kolben kreisbogenförmig hin- und herbewegt. Die Wirkungsweise dieser Pumpen ist genau dieselbe wie die der Pumpen mit geradlinig hin- und hergehendem Kolben. Sie können wie diese einfach- oder doppeltwirkend sein, volle oder durchbrochene Kolben haben usw. Im großen und ganzen werden solche Pumpen nur für haus- und landwirtschaftliche, weniger für gewerbliche Zwecke angewendet. Sie nehmen sehr wenig Platz ein, sind leicht zu behandeln und sind ihrer großen Einfachheit wegen für manche Fälle wohl zu empfehlen. Da sie dennoch verhältnismäßig selten benutzt werden, so dürfte es genügen, hier ein einziges Beispiel anzuführen. Die Abbildungen 414 und 415 sind die Skizzen, also keine Ausführungszeichnungen, einer doppeltwirkenden Flügelpumpe mit durchbrochenem Kolben. Im unteren Teile des Gehäuses befindet sich eine Saugkammer, deren obere Begrenzung die Sitze der beiden Saugventile bilden. Der Kolben, der als durchbrochene Platte ausgeführt ist, auf welcher die Druckventile sitzen, erhält seine Bewegung durch einen, mit ihm auf derselben Welle befestigten, übrigens nicht mit gezeichneten Handhebel. Als Ventile werden meist Klappen angewendet. Es ist nicht schwierig, diese Pumpen auch für andere Antriebsweisen einzurichten.

Abb. 414.

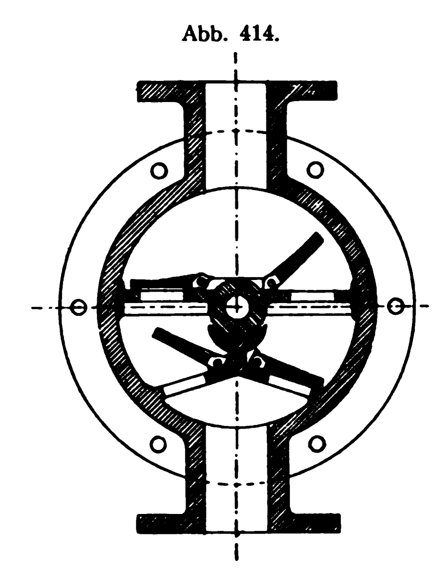
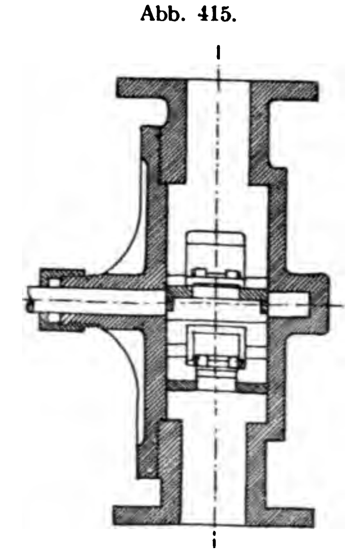


Abb. 415.



Von größerer Bedeutung als die eben besprochenen Pumpen mit schwingendem, sind die mit drehendem Kolben, die als sogenannte **Kapselpumpen** oder **Drehkolbenpumpen**, namentlich seit der Einführung des elektrischen Antriebes eine größere Verbreitung gefunden haben und jetzt von einer ganzen Anzahl Fabriken in den verschiedensten Formen gebaut werden. Bei diesen Pumpen befinden sich in einem passend gestalteten Gehäuse ein oder mehrere walzenartige Kolben in stetig drehender Bewegung, wobei feste oder bewegliche Vorsprünge an den Kolben sich so an den Gehäusewänden hinbewegen oder so ineinandergreifen, dass sich zwischen ihnen und den Gehäusewandungen Räume bilden, die sich bald vergrößern, wobei sie Wasser ansaugen, bald verkleinern, wobei das angesaugte Wasser aus der Pumpe hinausgedrückt

wird. Durch die stetige Bewegung der Kolben wird eine stetige Wasserbewegung verursacht; wird dann die Pumpe noch so bemessen, dass die Geschwindigkeit des Wassers in den Saug- und in den Druckrohren gleich ist, so sind keine Windkessel erforderlich und Arbeitsverluste durch Beschleunigung der Wasser-

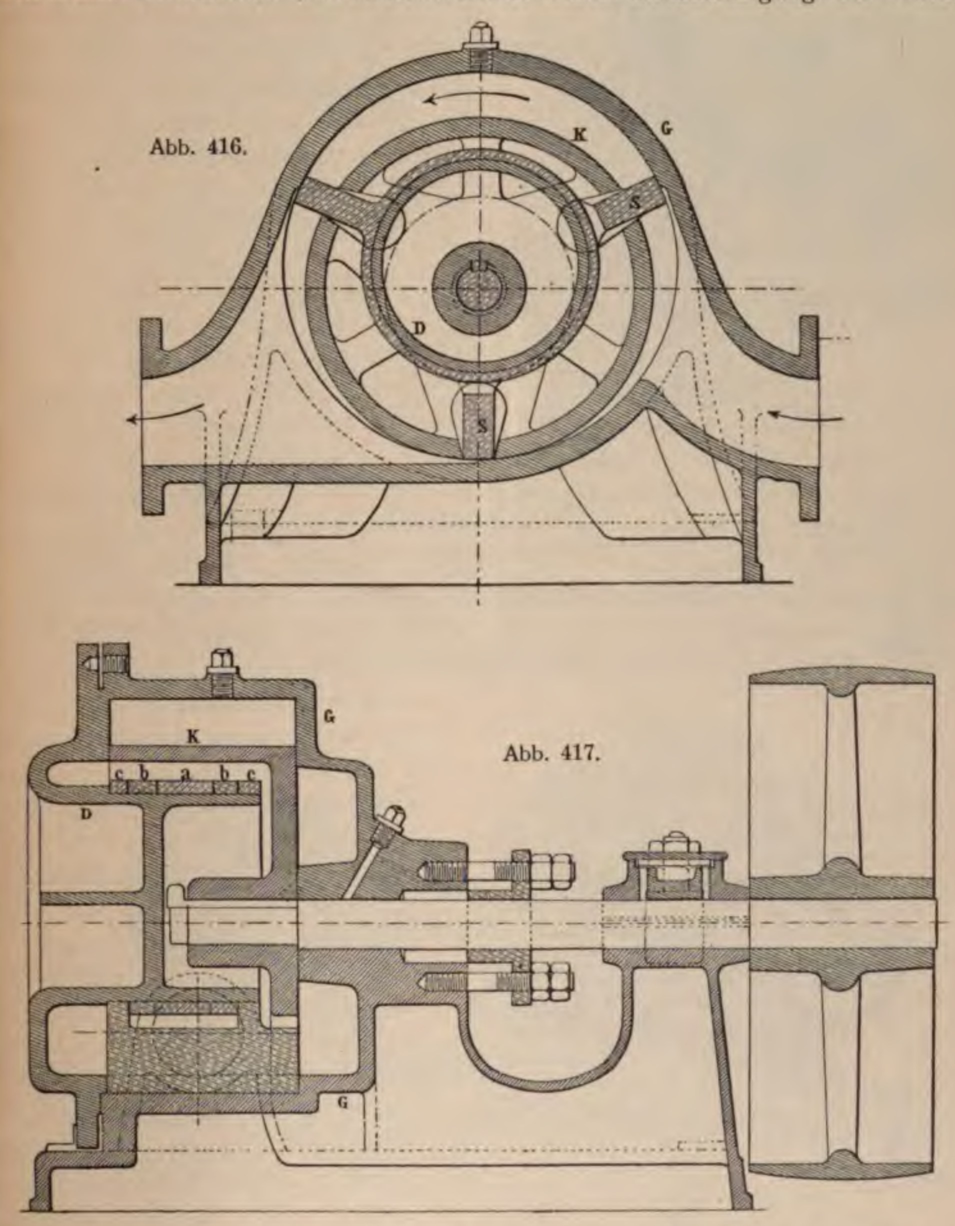


Abb. 416.

Abb. 417.

massen kommen nicht vor. Die Drehkolbenpumpen können große Saug- und Druckhöhen überwinden und erfordern wenig Raum und nur leichte Fundamente. Ihre Anwendung wird aber neuerdings durch die immer vollkommener werdenden Zentrifugalpumpen etwas eingeschränkt. Von der großen Anzahl der hierher gehörigen Konstruktionen können hier nur einige beschrieben werden. Die

Pumpe von Farland, welche durch die Abbildungen 416 und 417 näher erläutert ist, besteht aus einem Gehäuse G, in welches gleichachsig ein zylindrischer Hals des Gehäusedeckels D ragt. Auf diesen sind drei ineinander greifende Ringe a, b und c geschoben, an welche je eine Platte oder ein Schieber angegossen ist. Die Schieber s treten durch entsprechende Schlitze eines ringförmigen Kolbenkörpers K, dessen Welle derartig ungleichachsig im Gehäuse gelagert ist, dass dieses vom Kolben in einer Linie berührt wird, wodurch Ein- und Austrittskanal von einander getrennt sind. Durch Drehung des Kolbens werden die Schieber, welche die innere Gehäusewand genau berühren, mitgenommen.

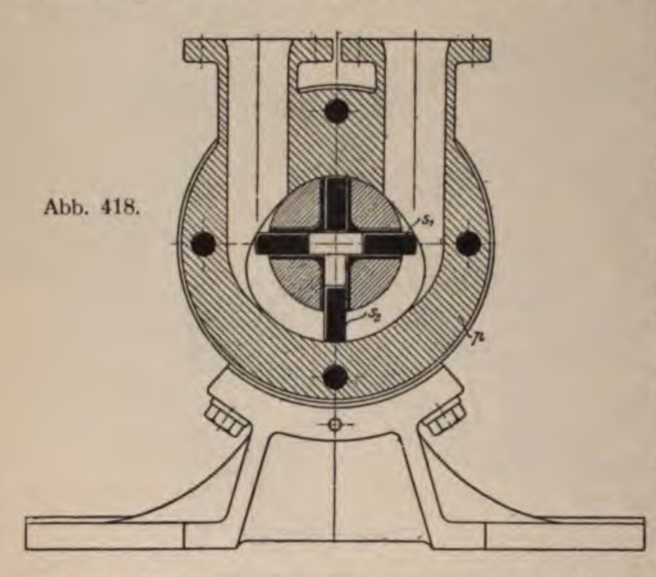


Abb. 418.

Die Abbildungen 418 und 419 geben zwei Schnitte durch eine von Hoffmann konstruierte schnelllaufende Kapselpumpe der Siemens-Schuckert-Werke (Mitteilungen der S. S. W. 1905 S. 73). Der drehbare Teil dieser Pumpe besteht aus einer Welle von Phosphorbronze, die in der Mitte eine walzenförmige, mit zwei sich rechtwinklig schneidenden Schlitzen versehene Verdickung k besitzt. In den Schlitzen verschieben sich zwei Hartgummischieber s_1 und s_2. Der feststehende Teil der Pumpe setzt sich aus einem Ringstück p und zwei Deckeln d_1 und d_2 zusammen. Das aus Rotguss hergestellte Ringstück ist ebenso breit wie die Schieber und hat eine eigenartig gestaltete Bohrung. Die Deckel bestehen aus Gusseisen und sind innen mit Rotgussplatten r verkleidet. Diese Platten bilden die Anlaufflächen für die Schieber, wogegen die Anlaufsflächen für die Wellenverdickung k durch zwei Hartgummischeiben g gebildet werden, die zwischen die Deckel und die erwähnten Rotgussplatten eingeklemmt sind.

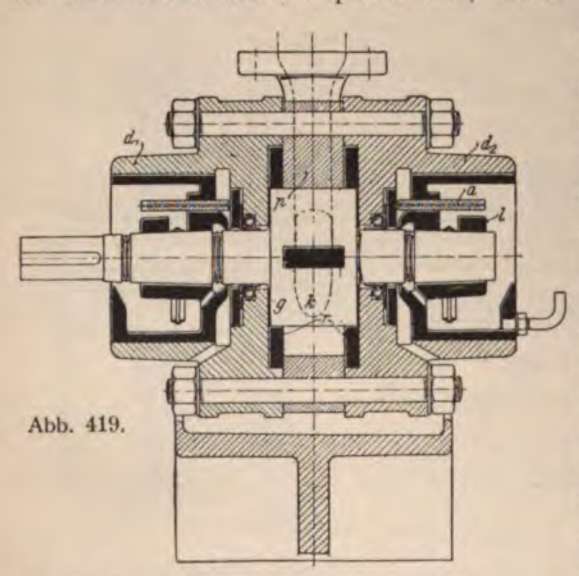
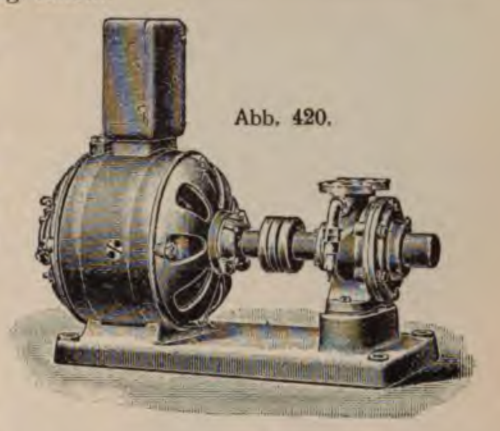


Abb. 419.

Wird die Welle im Gehäuse gedreht, so werden die beiden Schieber in der Bohrung des Rotgussringes hin- und hergeschoben, sie wirken daher genau

wie die Kolben einer Kolbenpumpe; sie saugen das Wasser durch das Saugrohr an und drücken es in die Steigrohrleitung hinein.

Die beschriebene Kapselpumpe ist, wie eingehende Untersuchungen ergeben haben, für unmittelbaren Antrieb durch Elektromotoren besonders geeignet, da sie sehr große Umdrehungszahlen, bis 1000 in einer Minute, zulässt. Sie wird von den Siemens-Schuckert-Werken deshalb auch vielfach zum unmittelbaren elektrischen Antriebe benutzt.


Abb. 420.

So zeigt z. B. Abb. 420 eine sogenannte elektrische Haus-Wasserpumpe, bei der Motor und Pumpe auf einer gemeinsamen Grundplatte befestigt sind. Die Pumpe ist in Verbindung mit Gleichstrom- oder Drehstrommotoren für eine Förderung von 32 bis 37 Litern in einer Minute auf Höhen bis zu 25 Metern bestimmt. Mit ihr kann man, ohne Zuhilfenahme eines Hochbehälters, das Wasser unmittelbar aus dem Brunnen zu den einzelnen Verbrauchsstellen hinpumpen. Sie wird deshalb in der Nähe des Brunnens aufgestellt und an die Verteilungsleitung angeschlossen. An jeder Zapf- oder Verbrauchsstelle wird ein mit einem elektrischen Schalter vereinigter Hahn, ein sogenannter Schalterhahn (Abb. 421) angebracht, der beim Öffnen dem Motor der Pumpe

Abb. 421.

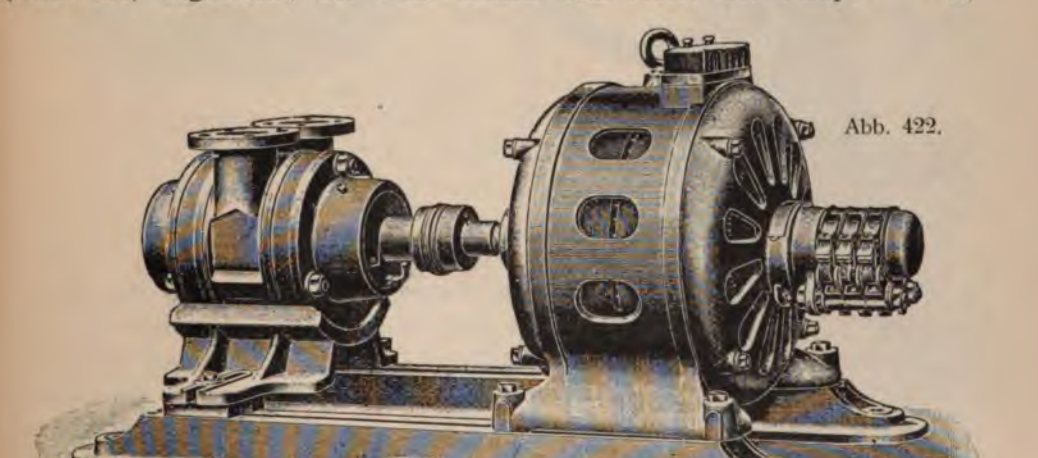


Abb. 422.

Strom zuführt und dieselbe in Tätigkeit setzt; beim Schließen aber den Strom wieder unterbricht und die Pumpe zur Ruhe bringt.

Abb. 422 gibt die äußere Ansicht einer mit einem Drehstrommotor gekuppelten Kapselpumpe der beschriebenen Art für Fördermengen bis zu

980 Litern in der Minute und Förderhöhen bis zu 60 Metern. Die weiter vorn in diesem Buche auf S. 193 beschriebene und durch die Abb. 296 näher erläuterte kleine Wasserversorgungsanlage ist mit einer solchen Kapselpumpe der Siemens-Schuckert-Werke ausgerüstet gedacht, welche dort das Wasser zunächst in einen Hochbehälter liefert, von wo aus dann die Verteilung geschieht.

Eine Pumpe mit zwei sich drehenden Kolben, zeigen die Abbildungen 423 und 424. Dieser Kapselpumpe liegt eine jahrhundertalte Konstruktion, die Pappenheimsche, zugrunde. Die Abbildungen stellen eine solche Pumpe mit Handbetrieb dar. Dieselbe ist an einer freistehenden Säule befestigt, deren unterer Teil zugleich Saugrohr ist. An der Achse des einen Kolbens sitzt ein Schwungrad mit Antriebskurbel. In dem eigentümlich gestalteten Gehäuse bewegen sich zwei Kolben oder Räder C und D, deren Gestalt aus Abb. 424

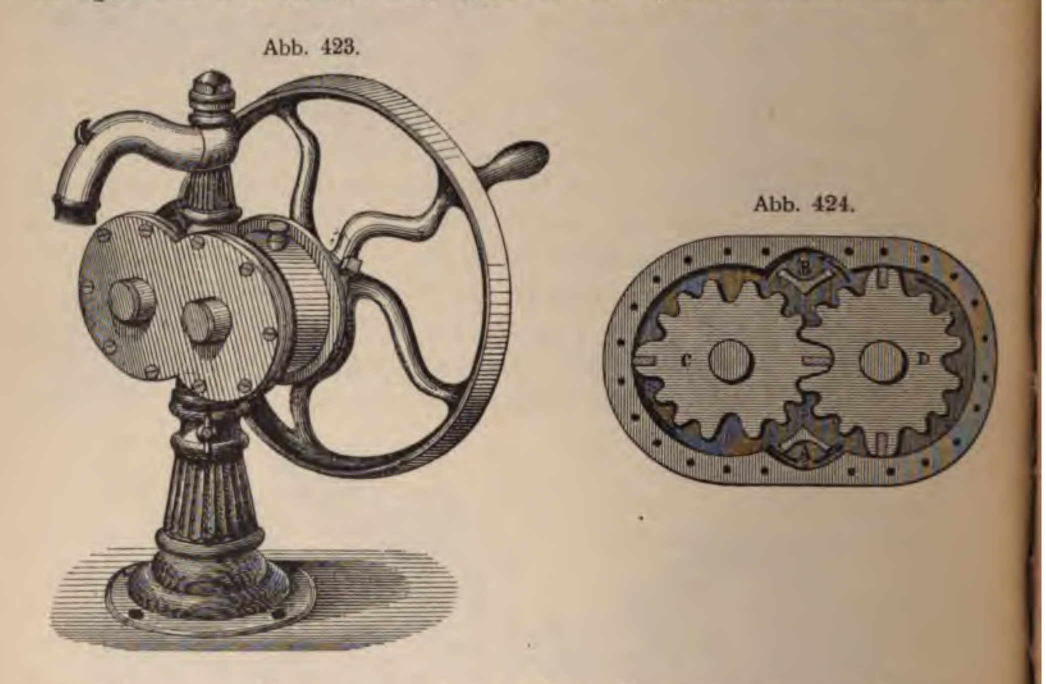


Abb. 423.

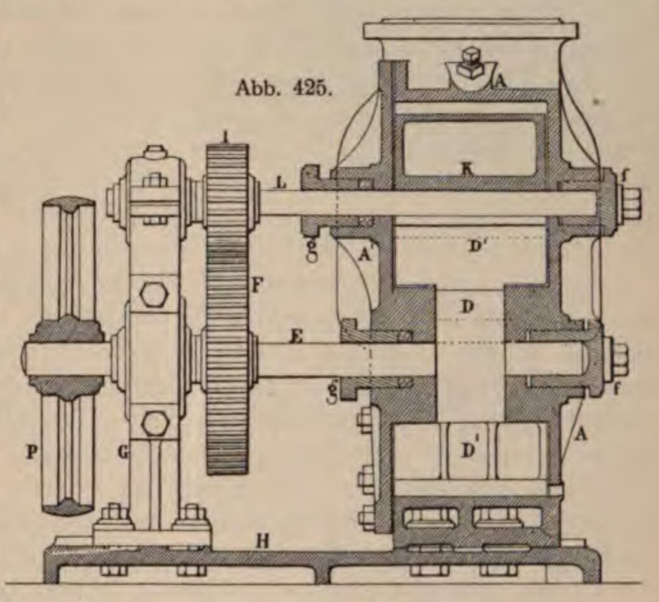
Abb. 424.

zu ersehen ist. Dieselben greifen wie Zahnräder ineinander, so dass es nur nötig ist, das eine in drehende Bewegung zu setzen. Hierdurch wird das andere gezwungen, die durch die Pfeile angegebene Drehung anzunehmen. Jedes der beiden Räder hat zwei mehr hervortretende Teile oder Schieber, die sich mit ihren Stirnflächen dicht an die innere Wandung des Gehäuses anschließen. Betrachtet man nun die Bewegung eines Rades und nimmt z. B. an, dass der eine Schieber des Rades D gerade über dem Kanal bei A wegegangen ist, so wird der Raum zwischen diesem und dem vorhergehenden Schieber mit Wasser gefüllt, welches in der Richtung des Pfeiles nach B zu fortbewegt wird. Da hier beide Räder ineinandergreifen und das Wasser wieder abschneiden, so bleibt diesem nur der Ausweg durch den Kanal B übrig. Währenddem bewegt sich auch der zuerst erwähnte Dichtungsvorsprung oder Schieber weiter. Da nun aber die anderen hervortretenden Teile des Rades D einen gewissen Abstand

von der Gehäusewandung haben, so entsteht hier eine Luftverdünnung und es wird Wasser durch A eingesaugt.

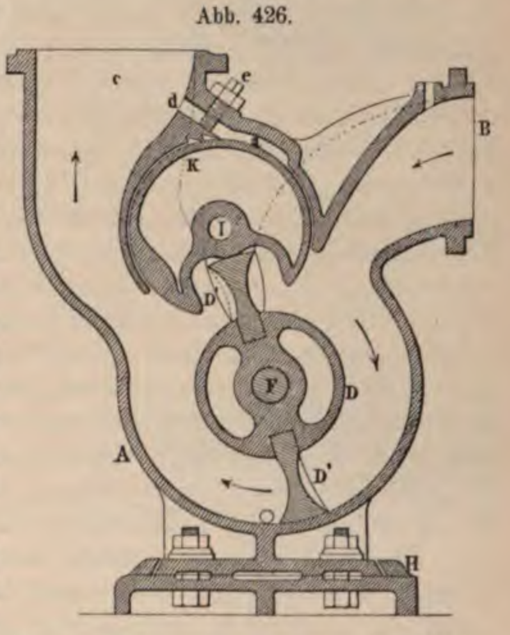
Die Pumpen von Blancke in Merseburg, Abb. 423, haben einen oberen und einen seitlichen Ausfluss. In der Abbildung ist der obere mit einer Kapselmutter verschraubt, die auch zum Verschlusse des seitlichen Ausflusses benutzt werden kann, wenn am oberen Ausfluss ein Steigrohr angebracht wird. Vor der Inbetriebsetzung ist die Pumpe anzufüllen, zu welchem Zwecke die am Gehäuse befindliche obere Schraube zu lösen ist. Zur Entleerung der Pumpe und zum Schutze gegen Einfrieren dient die untere Schraube. Die Anbringung eines Saugventiles ist hier sehr zweckmäßig.

Abb. 425.



Eine andere zweikolbige Pumpe ist die durch die Abbildungen 425 und **426** veranschaulichte Pumpe von Greindl.

Abb. 426.



An dem zylindrisch ausgebohrten Teile A des Gehäuses sind das Saugrohr B und das Steigrohr C angeschlossen. Zwischen beiden Rohren bleibt ein zylindrischer Raum, in dessen Innern sich der eine Kolben bewegt, welcher mit dem anderen, im Raume A befindlichen Kolben in Verbindung steht. Eine der Wände des Gehäuses wird durch den Deckel A' gebildet, dessen innere Einrichtung der der anderen Wand gleicht.

In die gusseiserne Trommel oder den Kolben D, dessen Breite der des Raumes zwischen den beiden Seitenwänden entspricht, sind zwei Flügel aus Bronze eingesetzt. Diese sind ebenso breit wie das Gehäuse und schließen dicht an die Wände an. Das ganze Rad ist auf der Achse E befestigt, welche in dem Gehäuse gelagert ist und außerdem in dem Gestelle G ruht, welches, wie die Pumpe auf der Fundamentplatte

H befestigt ist. Auf der Achse E sind außerdem noch das Zahnrad F und die Riemscheibe P befestigt. Der andere Teil des Gehäuses umschließt eine zweite gusseiserne Trommel K, deren Länge mit der Breite des Gehäuses und der der Flügel D' übereinstimmt. Diese Trommel sitzt auf der Welle L, die in derselben Weise wie die Welle E gelagert ist und außerdem das Getriebe l trägt, welches in das Rad F eingreift und halb so großen Durchmesser wie dieses hat.

Die Trommel K hat einen solchen Durchmesser, dass sie die Trommel D berührt und ist mit einer Vertiefung versehen, die so geformt ist, dass die Flügel D', welche in sie eindringen, ihren Boden und die Wände berühren. Durch die Zahnräder F und l werden beide Trommeln gleichzeitig in entgegengesetzte Drehung versetzt und zwar so, dass sich K doppelt so schnell bewegt als D. Der Antrieb erfolgt von der Riemscheibe P aus.

Nimmt man als Anfangsstellung die in der Abbildung gezeichnete an, so sieht man leicht ein, dass während einer Umdrehung der größeren Trommel D, diese und die Trommel K immer in Berührung sein werden. Drehen sich beide, so tritt der Flügel D' aus der Vertiefung von K heraus und nach einer halben Umdrehung von D ist der andere Flügel von D' in diese Vertiefung eingetreten. Jedesmal wenn dieses Heraustreten eines Flügels D' aus der Vertiefung von K stattfindet, entsteht sofort eine Berührung zwischen K und D. Dabei bleibt immer das Saugrohr von dem Steigrohre völlig getrennt, so dass ein Zurückströmen des Wassers nicht stattfinden kann.

Wenn man die aufeinanderfolgenden Bewegungszustände des Wassers in der Pumpe betrachtet, so ergiebt sich folgendes: Bei der Stellung, die in der Abbildung angegeben ist, befindet sich die Pumpe in einer Art von totem Punkte. Es wird nämlich, während allerdings nur sehr kurzer Zeit, weder ein Ansaugen noch ein Ansteigen des Wassers stattfinden, mit Ausnahme der geringen Menge, die durch Bewegung der Trommel K mit ihrer Vertiefung verdrängt werden kann. Sobald der Flügel D' aus der Vertiefung von K heraustritt, findet das wirkliche Emporheben von Wasser statt. Das Ansaugen erfolgt erst von dem Augenblicke an, in dem der Flügel D', dessen Bewegung soeben betrachtet wurde, an der Öffnung des Saugrohres B vorüber gegangen ist und mit der zylindrischen Wand des Gehäuses A in Berührung kommt. Hat dieser Vorübergang stattgefunden, so kann man in der Pumpe drei in verschiedenen Lagen befindliche Wassermengen unterscheiden, nämlich das durch das Ansaugen neu eingetretene Wasser, das zwischen beiden Flügeln befindliche, vorher angesaugte und das in das Steigrohr emporgestiegene Wasser. Tritt dann der zweite Flügel D' in die Trommel K, so beginnt das Emporheben der oben erwähnten Wassermenge und das Spiel der Pumpe wiederholt sich nun ganz in derselben Weise.

Zu bemerken ist noch, dass sich oberhalb der Trommel K ein Raum a befindet, der durch ein Rohr d mit dem Steigrohre in Verbindung steht und durch die Schraube e geöffnet werden kann. Diese Einrichtung dient dazu, zwischen der Trommel K und dem Raume, in welchem sie sich dreht, einen Druck hervorzubringen, falls die Höhe, auf welche das Wasser gehoben werden soll oder die Geschwindigkeit, mit der man arbeitet, es erheischen. Von den Dichtungen f und g ist die eine fest, die andere als Stopfbüchse eingerichtet.

Die Länge derselben, ebenso wie die der Lager im Gestelle G ist ziemlich groß um die Abnutzung der stählernen Wellen möglichst zu vermindern. Die Lagerschalen sind aus Bronze. Die Umdrehungszahl dieser Pumpe beträgt 100 bis 160 in der Minute, je nach ihrer Größe. Bei 10 m Druckhöhe bedarf eine Pumpe, die 5 sl liefert, einer Antriebskraft von 1 Pferdestärke.

Abb. 427 zeigt die Pumpe von Root. Diese auch unter dem Namen Roots-Gebläse bekannte Konstruktion kann als zweiachsige Wasserpumpe mit drehenden Kolben benutzt werden. Eine weitere Erläuterung derselben ist nach den vorhergegangenen Beschreibungen nicht erforderlich.

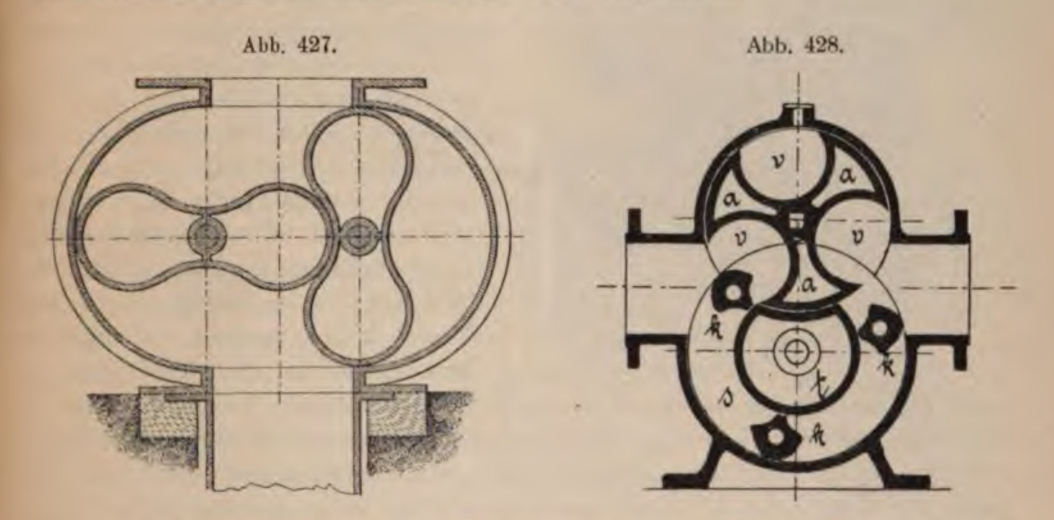


Abb. 427. Abb. 428.

Abb. 428 stellt einen Schnitt durch eine von der Firma C. H. Jaeger & Ko. in Leipzig-Plagwitz gebaute zweiachsige Drehkolbenpumpe (Rotationspumpe) dar. Der Schnitt ist nicht in allen Einzelheiten genau, denn er soll nur das Wesen dieser Pumpe erläutern. Auf der unteren Achse ist ein Kolbenkörper befestigt, der aus einer Scheibe s mit drei aufgesetzten Kolben k besteht. Innerhalb der Bahn dieser drei Kolben befindet sich ein an den Gehäusedeckeln befestigter, stillstehender trommelartiger Kern t, welcher oben eine solche kreisförmige Vertiefung hat, dass die Arme a des auf der oberen Welle befestigten Steuerzylinders genau hindurchgehen können, ohne irgendwie zu klemmen. Die Kolben k treten bei der Umdrehung der beiden Wellen, die gleiche Umlaufszahlen haben, so in die Kammern v des Steuerzylinders ein, dass sie die Wände derselben nicht berühren. Der Abschluss zwischen Saug- und Druckraum erfolgt jedesmal, wenn ein Arm des Steuerzylinders mit seiner Stirnfläche an der Vertiefung im Kerne vorübergeht. Die Kolben dieser Pumpen machen bis 250 Umdrehungen in einer Minute.

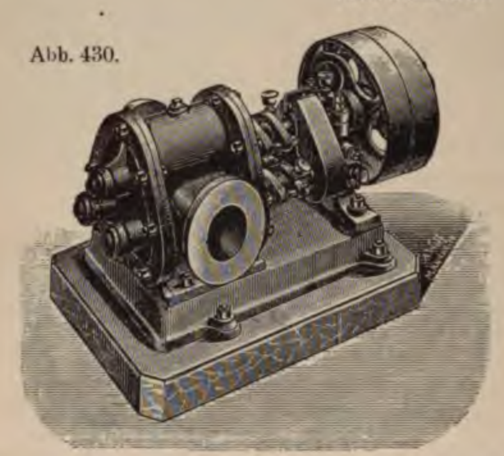
Abb. 429.



Abb. 429 zeigt, als Beispiel einer dreiachsigen Drehkolbenpumpe, die innere Anordnung der Walzenpumpe von Klein, Schanzlin & Becker in Frankenthal. Die drei Walzen haben gleiche Umdrehungszahl, der Antrieb erfolgt durch die obere Welle. Die Abbildung 430 gibt die äußere Ansicht einer solchen Kleinschen Walzenpumpe. Diese Pumpen haben 65 bis 185 Kolbenumläufe in der Minute.

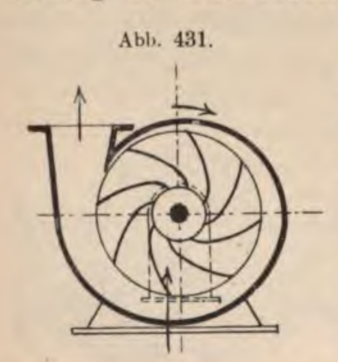
Kolbenlose Pumpen.

Abb. 430.



a) Zentrifugalpumpen. Zu den kolbenlosen Pumpen gehören die Zentrifugalpumpen, die mit den eben besprochenen Drehkolbenpumpen eine gewisse, aber nur sehr äußerliche Ähnlichkeit haben. In den Gehäusen der Zentrifugalpumpen oder Kreiselpumpen, wie sie auch genannt werden, wird das Wasser durch in sehr schneller Drehung befindliche Schaufelräder in Bewegung gesetzt. Diese Räder machen bei kleinen Pumpen bis zu 2800 Umdrehungen in der Minute. Die Schaufeln drücken dabei auf das Wasser und die Zentrifugal- oder Schleuderkraft treibt es in die an das Pumpengehäuse angeschlossene Steigleitung, während durch das Saugrohr neues Wasser nachströmt, welches in das Innere der Schaufelräder eintritt und denselben von einer oder von beiden Seiten gleichgerichtet mit der Drehachse zugeleitet wird. Bei den älteren Zentrifugalpumpen nutzte man nur die Schleuderkraft aus, welche durch die schnelle Umdrehung der Schaufelräder dem Wasser erteilt wird, nahm aber auf die Druckerscheinungen gar keine Rücksicht. Die Folge davon war, dass man mit sehr vielen Pumpen älterer Konstruktion nur verhältnismäßig geringe Gesamtförderhöhen, nämlich im besten Falle 12 m bei einer größten Saughöhe von 3,5 bis höchstens 6 m, bewältigen konnte. Neuerdings ist man durch genauere Beachtung aller in Frage kommenden Erscheinungen und durch vielfache Verbesserungen dahingekommen, mit der Saughöhe bis zu 9 und mit der Gesamtförderhöhe bis auf 50 m gehen zu können. Die Pumpen ohne Leitapparat nennt man meist Niederdruckzentrifugalpumpen im Gegensatze zu den weiter unten noch zu erwähnenden Zentrifugalhochdruckpumpen. Eine scharfe Grenze zwischen beiden Benennungen gibt es aber nicht. Abb. 431 ist die Skizze einer Niederdruckpumpe der üblichsten Konstruktion. In dem Gehäuse liegt das, meist nicht gleichachsig mit ihm gelagerte Schaufelrad, dessen Schaufeln entweder vorwärts oder, wie gezeichnet, rückwärts gekrümmt sind. Rings um das

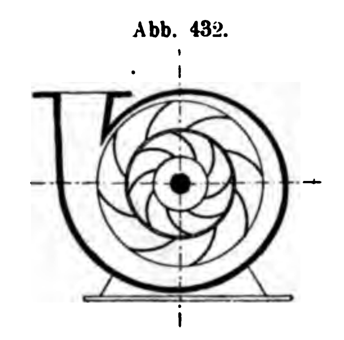
Abb. 431.



Rad, welches gegen das Gehäuse nicht abgedichtet ist und sich hierdurch wesenlich von dem der Drehkolbenpumpen unterscheidet, ist ein nach der Steigleitung zu sich spiralig erweiternder Raum vorhanden, in welchen das Wasser, das die Pumpe in der Pfeilrichtung durchströmt, eintritt, sobald es aus dem Schaufelrade kommt. Bei diesem Übertritte, der mit der größten Geschwindigkeit erfolgt, die das Wasser überhaupt annehmen kann, entstehen Druckverluste, die vermindert werden können, wenn man das Schaufelrad mit einem ebenfalls geschaufelten feststehenden Leitrade umgiebt (Abb. 432), durch welches ein Teil der Geschwindigkeit des aus dem Schaufelrade kommenden Wassers in Druck umgewandelt wird. Mit einer solchen Pumpe kann man dann größere Förderhöhen bewältigen, als dies im allgemeinen mit einer Pumpe ohne Leitschaufeleinrichtung möglich ist.

Die Zentrifugalpumpen werden besonders vorteilhaft zur Förderung großer Wassermengen benutzt, wobei es wenig Unterschied macht, ob das Wasser rein oder unrein ist. Zum Heben warmen oder heißen Wassers sind die Zentrifugalpumpen so aufzustellen, dass ihnen dasselbe zufließt. Bei Aufstellung über dem Wasserspiegel ist es zweckmäßig, ein Fußventil im Saugrohre anzubringen und die Pumpe mit einem Fülltrichter zu versehen, um sie bis etwa 10 cm über das Flügelrad anfüllen zu können. Die Pumpe muss vor Beginn der Arbeit angefüllt sein, weil das Flügel- oder Schaufelrad das Wasser sonst nicht ansaugen kann. Die Schwierigkeit des ersten Anfüllens der Zentrifugalpumpe, wenn sie mit ihrem Gehäuse eine erhöhte Aufstellung hat, kann natürlicherweise auch auf andere Weise überwunden werden, durch besondere Saugpumpen, Luftpumpen, Strahlpumpen usw. Beträgt die Druckhöhe mehr als 10 m, so ist es zweckmäßig, über der Pumpe ein sogenanntes Rückschlagventil anzuordnen, welches das Abfließen der Druckwassersäule bei einem Stillstande verhindert. Durch ein über und unter diesem Ventile mündendes Umlaufrohr kann die Pumpe nötigenfalls auch angefüllt werden. Den Querschnitt der Saug- und Druckröhren wähle man derart, dass die Geschwindigkeit des Wassers in denselben 1 bis 1,5 m in der Sekunde beträgt. Übrigens wird von dieser Regel häufig abgewichen und eine viel größere Wassergeschwindigkeit, manchmal bis 3 m zur Anwendung gebracht.

Abb. 432.



Die genaue Berechnung der Zentrifugalpumpen ist nicht so einfach, dass sie hier vorgeführt werden kann. Für viele Fälle genügen folgende einfache Regeln.

Bezeichnet Q die verlangte Wassermenge in Kubikmetern für die Sekunde so ist der lichte Durchmesser des Saugrohres

$$d = 1{,}13 \sqrt{Q} \quad \text{Meter}$$

zu nehmen. Die Einmündungsöffnung in das Pumpengehäuse ist auf

$$d_1 = 0{,}94 \sqrt{Q} \quad \text{Meter}$$

zu verjüngen. Die Saugleitung kann nahezu beliebig lang sein, muss aber möglichst stetig nach der Pumpe zu ansteigen und soll möglichst wenig Krümmer enthalten. Sie wird am besten aus Flanschenrohren hergestellt und muss durchaus luftdicht sein. Der innere Halbmesser des Flügelrades ist

$$r = 0{,}564 \sqrt{Q} \quad \text{Meter}$$

Das Verhältnis des äußeren Halbmessers R zu r ändert sich mit der Förderhöhe und schwankt von $\frac{R}{r} = 1{,}5$ bis zu $\frac{R}{r} = 2{,}5$. Die Umfangsgeschwindigkeit des Flügelrades im inneren Halbmesser betrage

$$v = 1{,}2\, r \sqrt{\frac{2\,gh}{R^2 - r^2}}$$

Wenn h die Gesamtförderhöhe in Metern ist, so muss im allgemeinen sein

$$v > 2\,gh.$$

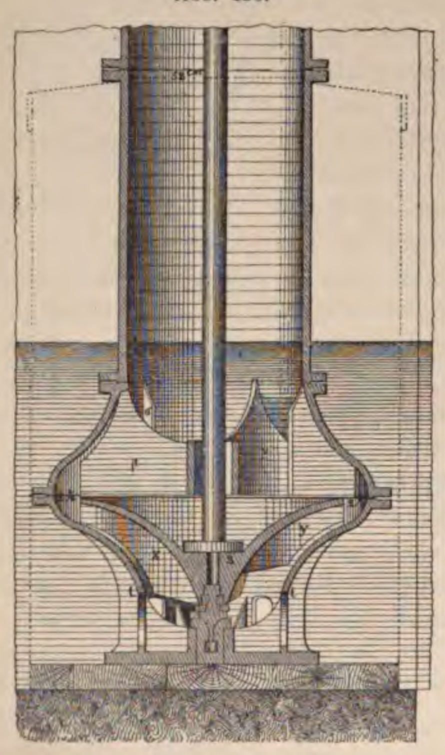
Uhland gibt als vorteilhaft an,

$$v = {}^3/_2 \sqrt{2\,gh} = 6{,}457 \sqrt{h}$$

zu nehmen.

Die Zentrifugalpumpen werden sowohl mit stehender als auch mit liegender Welle ausgeführt. Sie verlangen wenig Raum, kleine Fundamente und haben außer den auch nicht überall nötigen Fuß- und Rückschlagventilen, keine Ventile. Sie ergeben eine sehr gleichmäßige und leicht zu regelnde Wasserförderung. Man kann nämlich bei ihnen während des Betriebes die Druckleitung, abschließen ohne den Antrieb abstellen zu brauchen und ohne irgendwelche Gefahr für die Pumpe befürchten zu müssen. Das Rad dreht sich einfach im Wasser weiter und die Pumpe läuft dann leer. Infolge dieser Eigenschaft der Zentrifugalpumpen kann man die Wasserlieferung derselben durch Schwimmer in einfachster Weise regeln, die die Ausgussöffnung nach Bedarf öffnen, erweitern, verengen oder schließen. Im folgenden sollen nun einige Beispiele etwas näher beschrieben werden.

Abb. 433.



Die Abbildungen **433**, **434** und **435** stellen eine von Schwartzkopf in Berlin ausgeführte Zentrifugalpumpe mit stehender Welle dar, die insofern besondere Beachtung verdient, als sie eine der ersten in Deutschland gebauten Zentrifugalpumpen überhaupt ist und bereits ein Leitrad besitzt. Sie war für die um die Mitte des

vorigen Jahrhunderts ausgeführten Regulierungsarbeiten in der schwarzen Elster bestimmt und bestand den Wettbewerb mit den damals gebräuchlichen Kastenpumpen, auf die jedoch hier nicht näher eingegangen werden kann, aufs Glänzendste.

Abb. 433 zeigt in einem senkrechten Durchschnitte den unteren Teil der Pumpe, Abb. 434 den Grundriss des unter dem Steigrohre angebrachten Leitrades und Abb. 435 die untere Ansicht des Laufrades oder Kreisels s. Letzterer besteht aus einem hohlen trichterartigen Körper, welcher an einer stehenden Welle befestigt ist und sich mit seiner gusseisernen und nach der sogenannten Antifriktionskurve geformten Spitze in einem ebenfalls gusseisernen, entsprechend geformten Spurlager dreht. Dieses Lager kann ebenso wie der Zapfen ausgewechselt und durch ein bis zur Antriebsriemenscheibe hinaufreichendes Kupferrohr mit Öl geschmiert werden. Die stehende schmiedeeiserne Welle, welche durch Schrauben und Federn mit dem gusseisernen Kreisel verbunden ist, hat oben am Ende des Steigrohres ein Halslager, wodurch ihre feste Stellung gesichert ist. Die Welle trägt ihrer ganzen Länge nach eine Nut, so dass eine

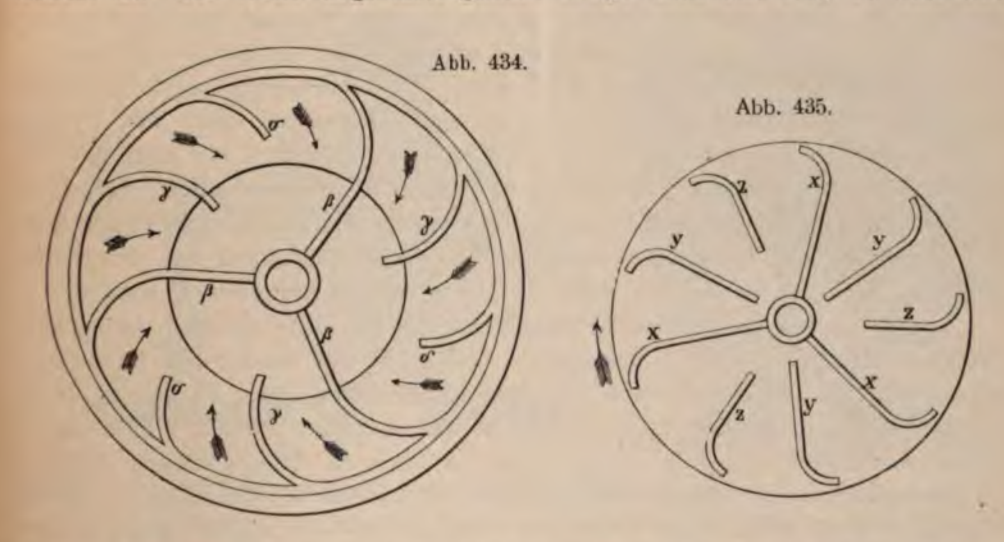


Abb. 434.

Abb. 435.

oben auf dieselbe gekeilte kleine Antriebsriemscheibe den verschiedenen Sumpf- oder Baugrubentiefen entsprechend hinauf- oder hinabgeschoben und befestigt werden kann. Zu gleichem Zwecke besteht auch das Steigrohr aus einzelnen, verschieden langen Rohrstücken, um die Kreiselpumpe für verschiedene Förderhöhen, die im vorliegenden Falle von 4 bis 12,5 m betrugen, gebrauchen zu können.

Der Kreisel hat auf seiner unteren oder äußeren Fläche, wie Abb. 435 zeigt, drei Arten von Schaufeln, nämlich je drei lange x, drei mittlere y und drei kurze z. Man könnte glauben, dass die Schaufeln im Grundrisse mehr gekrümmt sein müssten; allein besondere Versuche haben bewiesen, dass die gerade Form mit kurz umgebogenen Enden sich in dem vorliegenden Falle am besten bewährte. Der Kreisel mit seinen Schaufeln dreht sich und treibt das Wasser in seinem nach einer besonderen Kurve konstruierten Gehäuse t empor.

Das sehr stark spiralig aufsteigende Wasser wird dabei in das über dem Kreisel sich befindende Leitgehäuse, und zwar vom äußeren Umfange her, hineingepresst, dessen sie teilende Schaufeln β, γ und δ ebenfalls drei verschiedene Längen haben. Das tangential einströmende Wasser folgt der hohl gekrümmten Fläche der Leitschaufeln, verliert dabei alle strudelnde und kreisende Bewegung und steigt dann ganz ruhig im Steigrohre auf.

Das Gehäuse oder der Mantel des Kreisels ging bei der besprochenen Pumpe in ein 15 cm hohes zylindrisches Rohrstück über, welches unten durch eine runde ebene Platte abgeschlossen und durch sechs Rippen verstärkt war, wie die Abbildung erkennen lässt. Zwischen diesen Rippen befanden sich sechs Öffnungen von je 246 qcm Größe, also zusammen von 1471 qcm, welche für den Eintritt des Wassers in die Kreiselpumpe bestimmt waren. Dieselben waren demnach um etwa $^1/_3$ kleiner als der Querschnitt des Steigrohres, der ungefähr 2000 qcm Fläche besaß. Eine Verlängerung des Rohruntersatzes und die dadurch zu erzielen gewesene Vergrößerung der Eintrittsöffnungen würde die Tiefe der Eintauchung der Pumpe in ihrem Saugsumpfe, welche wenigstens 50 cm betragen muss, damit die Pumpe keine Luft schöpft, aber auch nicht bedeutender zu sein braucht, unnötig vergrößert haben und erschien deshalb weniger zweckmäßig. Auch wollte man durch die kleineren Eintrittsöffnungen das Fortreißen des Kieses und Triebsandes durch die vergrößerte Geschwindigkeit erleichtern. Die sechs Öffnungen waren mit Drahtgittern verschlossen, deren Maschen die Steine und Gegenstände über 2,5 cm Durchmesser von dem Kreisel abwehrten. Kleinere Stücke konnten, nachdem sie von der starken Strömung aufgewirbelt waren, ohne Hindernis durch den 6,5 cm breiten Spalt zwischen Kreiselschaufeln und Gehäusewand und durch die Zellen des Leitgehäuses in das Steigrohr gelangen und ausgeworfen werden.

Unter der runden gusseisernen Sohlplatte befand sich, wie Abb. 433 zeigt, eine Bohlenlage, die den Zweck hatte, das Aufwirbeln unter dem Fuße der Kreiselpumpe zu verhindern und derselben einen festen Stand zu geben. Auf dem Bodenbelage stand ein die Pumpe umschließender großer Weidenkorb, welcher den Zweck hatte, die in der Baugrube nach der Pumpe hinschwimmenden Holzspäne und anderen Unreinigkeiten von derselben abzuhalten. Dem Leitgehäuse schloss sich das Leitrohr an, welches sich mit seinem Ausgusse auf eine starke Spundwand stützte. Die beschriebene Pumpe nahm in der Baugrube nur einen runden Platz von 1,1 m Durchmesser ein, leistete aber ebensoviel wie vier Paar der gewöhnlichen Kastenpumpen, von denen jede einzelne mehr Platz und Raum als die Kreiselpumpe erforderte.

Auch Gwynnes Zentrifugalpumpen gehören zu den frühesten Konstruktionen dieser Maschinengruppe. Abb. 436 stellt den senkrechten Durchschnitt einer solchen Pumpe dar und Abb. 437 die entsprechende Seitenansicht, wobei die eine Seitenwand des Gehäuses weggenommen gedacht ist, um das Pumpenrad zu zeigen. Die Wege A zur Wasserführung haben halbkreisrunden oder elliptischen Querschnitt. In jeder Gehäusehälfte ist ein solcher Weg untergebracht. Die Wege führen in einer etwas geneigten Richtung entweder unmittelbar nach der inneren Mündung des Rades B oder sie sind so angeordnet, dass sie in einem Zylinder C münden, welcher einen Teil des Pumpengehäuses

bildet. Das Pumpenrad arbeitet in leichter Berührung mit den inneren Seitenwänden des Zylinders. An seinen Enden ist der Zylinder durch zwei Deckel verschlossen, von denen der eine mit einer Pfanne, die der Radspindel als Lager dient, der andere aber mit einer Stopfbüchse versehen ist, durch welche die Spindel nach dem Antriebe hindurchgeht. Die beiden Kanäle A sind so angelegt, dass in der Mitte ein Kern stehen bleibt und haben beide genau gleichen Fassungsraum. Da somit die Wassermenge, welche durch jeden Kanal in das Rad eintritt, auf beiden Seiten gleich ist, so ist auch der Druck gegen die beiden Radflächen gleich. Der Metallring D verhindert, dass zwischen dem Rade und dem Gehäuse Verluste stattfinden. Nach unten sind die Kanäle A durch die Grundplatte des Pumpengehäuses hindurch geführt und bei oder unter derselben zu einem einzigen Rohre vereinigt, welches unter den Spiegel des zu hebenden Wassers taucht. In den zylindrischen Kanälen C befinden sich gekrümmte Schaufeln, welche dazu dienen, das Wasser allmählich der Richtung zuzuleiten, nach welcher es vom Rade weiter befördert wird. Die Radschaufeln sind von der Mitte aus entweder radial oder nur wenig gegen die radiale Richtung

Abb. 436.

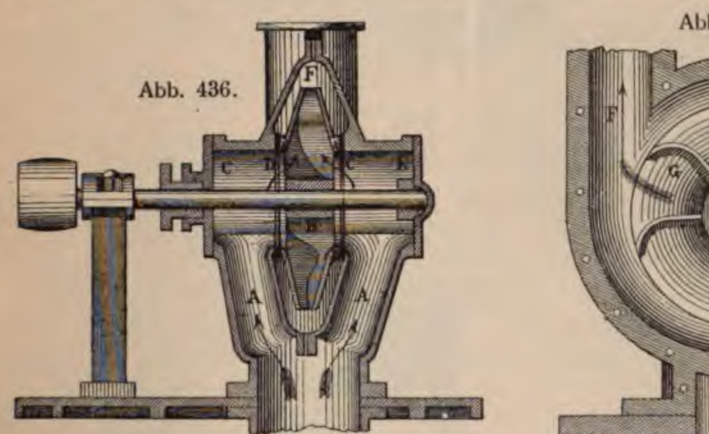
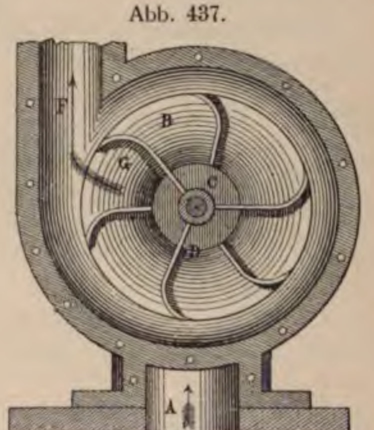


Abb. 437.



geneigt angeordnet, an den äußeren Enden aber sind sie etwas nach rückwärts gebogen. Die für jeden einzelnen Fall zu wählende Schaufelform richtet sich nach der Umdrehungsgeschwindigkeit des Rades und der Höhe, auf welche das Wasser gehoben werden soll. In der Mitte des Rades sind die Schaufeln so gestaltet, dass sie ohne Stoß schraubenförmig in das Wasser eintreten. Da, wo das Wasser aus dem Rade austritt, ist das Gehäuse etwas erweitert, damit der Abfluss leichter erfolgt. Das Steigrohr F beginnt in der Mitte des Gehäuses und das Rad dreht sich in ziemlich dichter Berührung, aber ohne merkliche Reibung, an der inneren Wand G des Steigrohres. Das Rad ist, wie aus den Abbildungen hervorgeht, gleichachsig mit dem Gehäuse.

Abb. 438 zeigt ein Saugventil, wie es bei den Pumpen von G w y n n e angewendet wird. Das Gehäuse A desselben ist glockenförmig, um einen vollen Wasserstrahl zu erhalten; unten ist ein Sieb B eingesetzt, welches fremde Stoffe zurückhält. Das Ventil selbst besteht aus zwei ledernen Klappen C mit eisernen Deckplatten. Die freien Enden der Klappen legen sich, wenn sie die Öffnung

verschließen, auf einen durch die Mitte gehenden Stab, welcher mit Leder belegt ist.

Die Konstruktion der Einzelheiten dieser Pumpen ist im Laufe der Jahre mehrfach verbessert worden. Abb. 439 zeigt ein aus neuerer Zeit stammende Gwynnesche Pumpe.

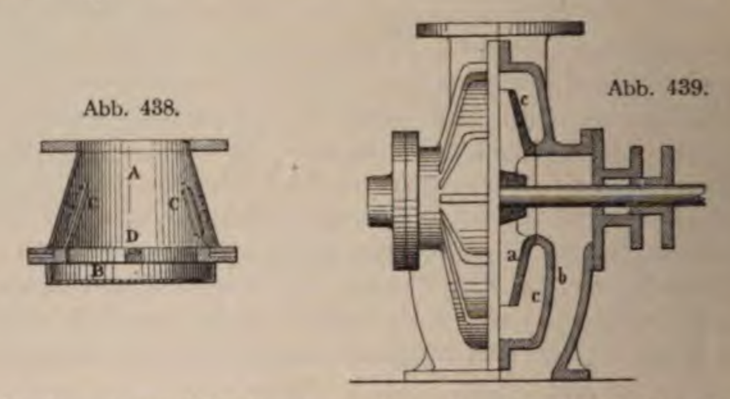


Abb. 438. Abb. 439.

Zentrifugalpumpen werden von einer sehr großen Anzahl Maschinenfabriken und in allen Ländern gebaut. Hier mögen nur noch einige Beispiele aufgeführt werden.

Die Konstruktion von Bernays in London ist durch Abb. 440 veranschaulicht. Die Lager dieser Pumpe werden mit Wasser gekühlt, welches durch kleine Kanäle aus der Druckleitung zutritt und in das Saugrohr abfließt. Außerdem schließt das Flügelrad zweimal an das Gehäuse an, einmal beim Eintritte des Wassers in das Flügelrad bei e und einmal beim Austritte des Wassers aus

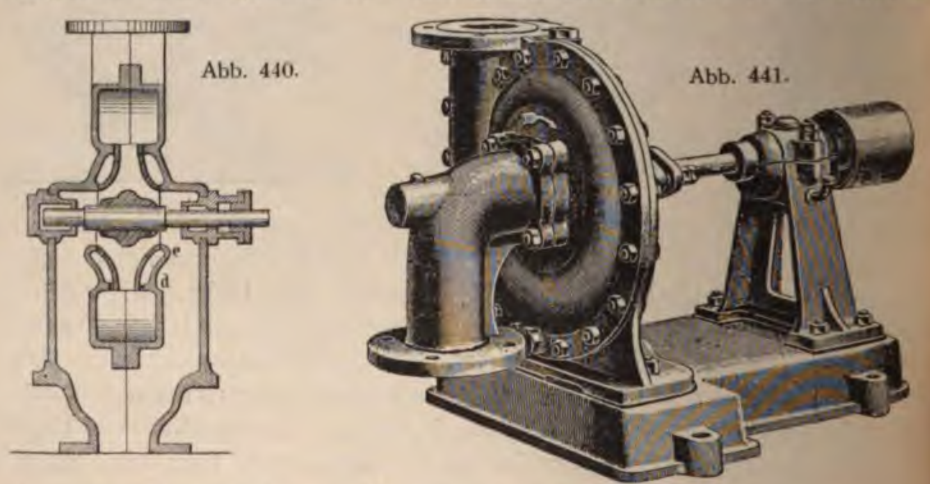


Abb. 440. Abb. 441.

demselben bei d. Dadurch entsteht zwischen e und d ein Raum, der anfänglich mit Luft gefüllt ist, sich aber bald mit Wasser füllt, welches von dem übrigen Wasser abgeschlossen ist und keinerlei Verluste durch wirbelnde Bewegung hervorruft. Die Schlussflächen an Rad und Gehäuse müssen dabei natürlich möglichst dicht sein.

Abb. 441 zeigt die äußere Ansicht einer Zentrifugalpumpe, der das Wasser durch ein zur Pumpe gehöriges Bogenstück einseitig zuströmt. Das Bogenstück

kann in vier verschiedenen Stellungen an das Pumpengehäuse befestigt werden, so dass die Saugrohrleitung von vier verschiedenen Richtungen her angeschlossen werden kann. Bei der in Abb. 442 dargestellten Pumpe wird das Wasser dem

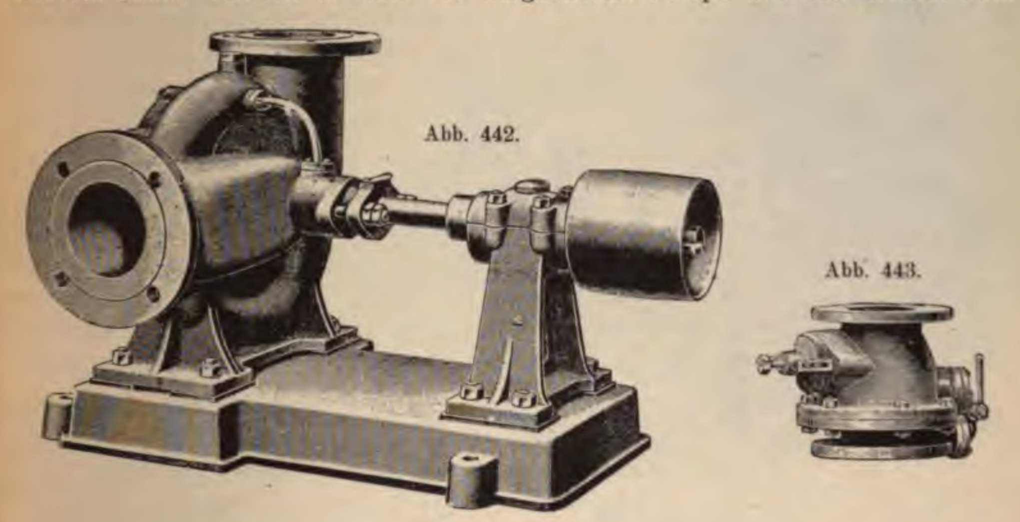


Abb. 442.

Abb. 443.



Abb. 444.

Schaufelrade von beiden Seiten zugeführt. Der Anschluss der Saugrohrleitung erfolgt also von vorn, doch kann durch Einschaltung passender Rohrkrümmlinge auch hier der Saugleitung jede gewünschte Richtung gegeben werden. Die beiden letzten Abbildungen, die einem Preisblatte der Garvenswerke entnommen wurden, stellen die Formen dar, die jetzt am meisten ausgeführt werden.

Abb. 443 zeigt ein Rückschlagventil, wie es über einer Zentrifugalpumpe angebracht werden kann (vgl. S. 267). In Abb. 444 ist eine Pumpe von Brodnitz & Seydel in Berlin dargestellt, die mit wagrechten Saug- und Druckstutzen versehen ist.

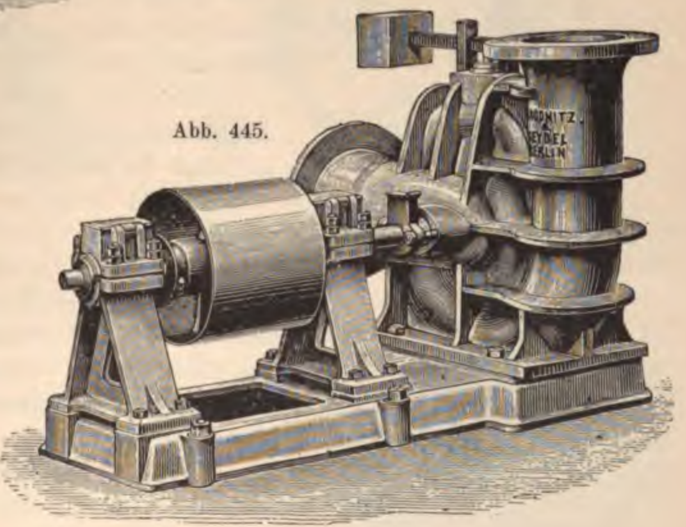


Abb. 445.

Abb. 445 veranschaulicht eine Zentrifugalpumpe, wie sie für große Leistungen, nämlich für Wasser-

mengen bis 8000 l in der Minute und Förderhöhen bis zu 30 m von derselben Fabrik gebaut werden.

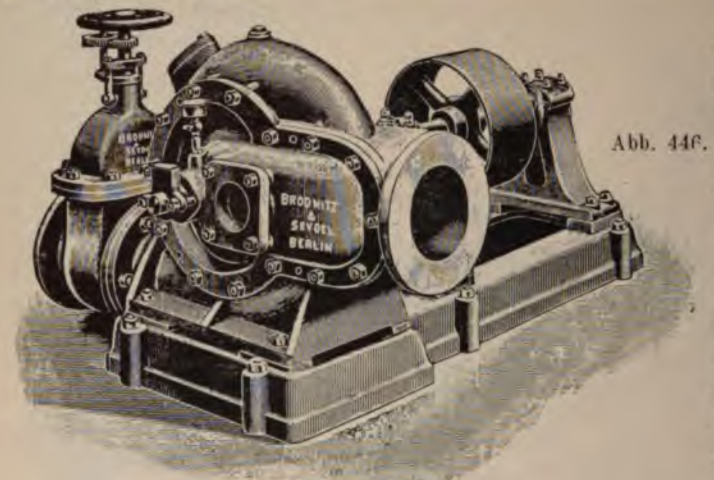


Abb. 446.

Die Pumpe ist mit einem Sicherheitsventile ausgerüstet, um die Wirkung etwaiger Stöße abzuschwächen. Diese Pumpen sind mit Ringschmierlagern versehen; ist aber Ringschmierung aus irgend welchem Grunde nicht anwendbar, so erhalten sie eine Vorrichtung zum Schmieren mit konsistentem Fett. Alle der Abnutzung unterworfenen Teile sind leicht auszuwechseln.

Die in Abb. 446 dargestellte Pumpe ist für Abwässer und für Flüssigkeiten mit starkem Sandgehalte, sowie für Fälle, in denen die Pumpe höher liegen muss als die Druckleitung bestimmt. Sie ist mit unten liegendem Druckstutzen ausgerüstet, weil bei dieser Anordnung schwerere Verunreinigungen, die in ihr Inneres gelangen und darin zu Boden sinken, mit größerer Sicherheit fortgeschwemmt werden. Das Gehäuse und die Saugkanäle sind mit Reinigungsdeckeln versehen; hinter dem Druckstutzen ist ein Absperrschieber angebracht.

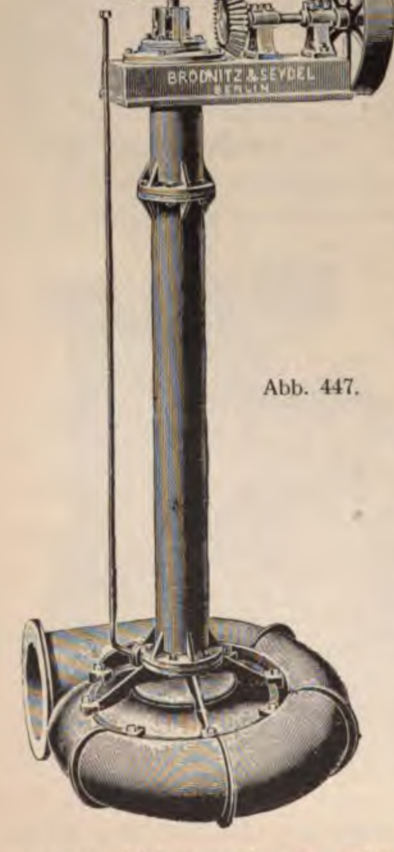


Abb. 447.

Abb. 447 veranschaulicht eine Horizontal-Zentrifugalpumpe. Diese Pumpen liegen gewöhnlich im Unterwasser, sind stets mit Wasser gefüllt und brauchen daher weder Saugrohr noch Fußventil. Sie bedürfen keiner anderen Überwachung, als dass gelegentlich einmal die Schmiergefäße gefüllt werden. Dem unter Wasser befindlichen Lager der Pumpenwelle wird das zur Schmierung dienende Fett durch ein Schmierrohr zugepresst. Die Welle selbst ist mit einem Schutzrohre umgeben.

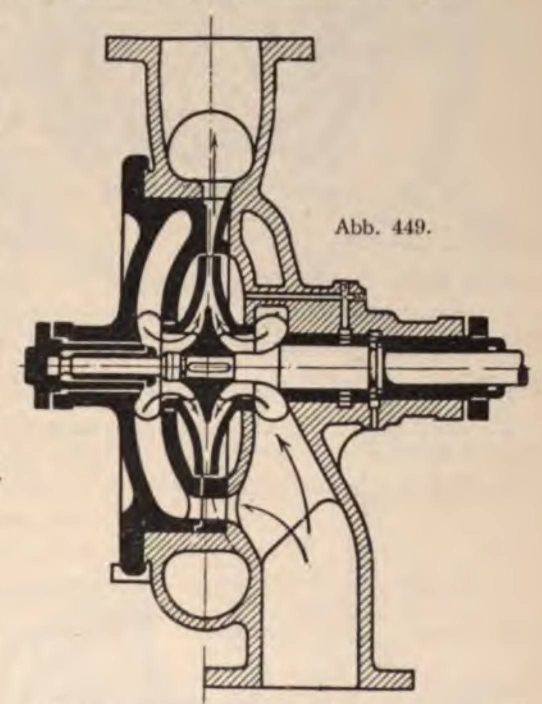
Wie weiter oben bemerkt wurde, eignen sich die Zentrifugalpumpen hauptsächlich zur Förderung großer Wassermengen. Daher fanden Zentrifugalpumpen für geringe Wassermengen bisher auch nur selten Anwendung; vorwiegend wegen ihres geringen

Wirkungsgrades. Der schon mehrfach genannten Firma Brodnitz & Seydel in Berlin, einer der ersten deutschen Maschinenfabriken, die sich mit dem Bau von Zentrifugalpumpen befassten, ist es gelungen, durch ihre für kleine Leistungen bestimmten Liliput-Zentrifugalpumpen, diesem Mangel abzuhelfen. Die Liliputpumpen, die für Wassermengen von 50 bis 150 Litern in der Minute und für Förderhöhen bis 50 m bestimmt sind — die zu überwindende Saughöhe kann bis zu 7,5 m betragen — zeichnen sich durch einen guten Wirkungsgrad, geringen Raumbedarf, niedrigen Preis und geringe Wartungsbedürftigkeit aus. Sie eignen sich zum Antrieb durch Riemen, Gas-, Benzin-, Spiritus- und Petroleummotoren sowie zur unmittelbaren Kuppelung mit Elektromotoren und werden zur Wasserversorgung von Gutshöfen usw. und als feststehende oder fahrbare Feuer- und Gartenspritzen empfohlen. Abb. 448 zeigt eine solche, mit einem auf derselben Grundplatte stehenden Elektromotor gekuppelte Liliput-Zentrifugalpumpe.

Es wurde schon darauf hingewiesen, dass man den Wirkungsgrad und den Anwendungsbereich der Zentrifugalpumpen wesentlich vergrößern kann, wenn man das Laufrad derselben mit einem Leitrade umgibt. Einen Leitapparat einfachster Art hatte zwar schon die oben beschriebene alte Schwartzkopfsche Pumpe; in neuerer Zeit haben aber die Gebrüder Sulzer in Winterthur und Ludwigshafen die



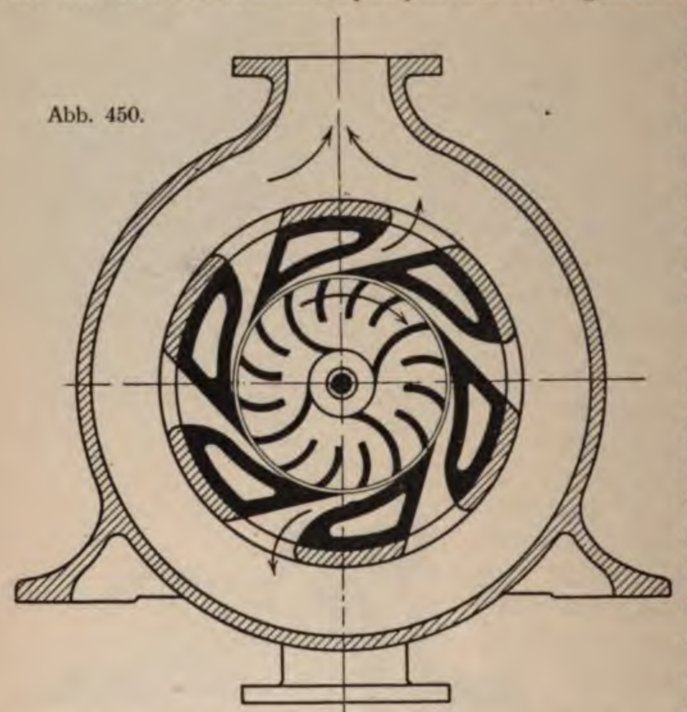
Abb. 448.


Abb. 449.

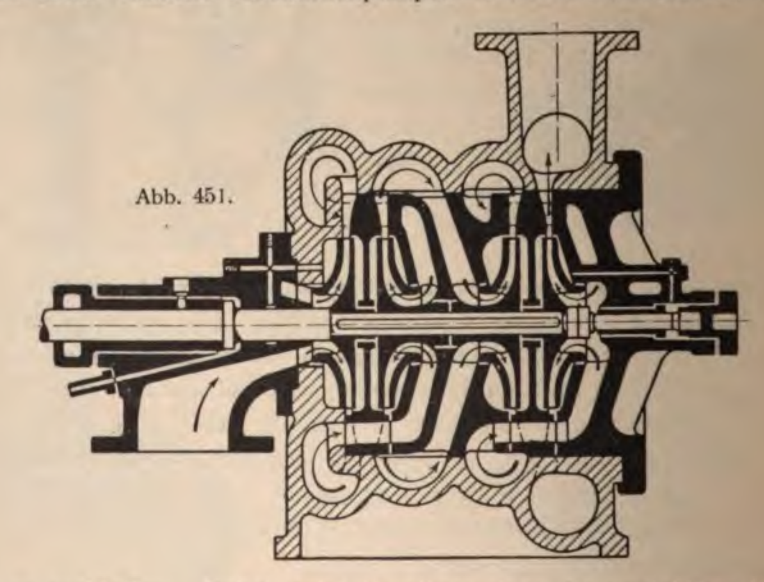
Zentrifugalpumpen zuerst mit einem sorgfältig konstruierten Leitrade ausgestattet, dadurch wirkliche Hochdruckpumpen geschaffen und große Erfolge damit erzielt. Die Abbildungen 449 und 450 zeigen einen Längs- und einen Querschnitt durch eine solche einfache Sulzersche Hochdruckpumpe. Die Zuführungswege für das Wasser und die sonstige Einrichtung der Pumpe ist aus den Abbildungen deutlich zu erkennen. Das Laufrad liegt gleichachsig mit dem Gehäuse in demselben, das Steigrohr befindet sich mitten auf dem Gehäuse. Mit einer so beschaffenen Hochdruckzentrifugalpumpe können Förderhöhen von mehr als 100 m bewältigt werden.

Durch Neben- oder Hintereinanderstellen von mehreren solcher einfachen Hochdruckpumpen, die einander das Wasser zudrücken, erhält man Maschinen,

die zur Überwindung sehr bedeutender Druckhöhen geeignet sind. Abb. 451 zeigt den Längsschnitt durch eine Sulzersche Hochdruckzentrifugalpumpe, bei der vier einfache Hochdruckpumpen auf einer gemeinsamen Welle befestigt sind.


Abb. 450.

Das Wasser wird bei dieser Pumpe durch das erste Leitrad auf die der Umlaufsgeschwindigkeit des Laufrades entsprechende Pressung gebracht und mit dieser dem zweiten Laufrade zugeführt, in dessen Leitrade eine abermalige Erhöhung der Pressung stattfindet. Das Wasser verlässt das zweite Leitrad mit der doppelten Pressung, geht unter dieser in ein drittes Laufrad usw. Schließlich verlässt das Wasser die Pumpe mit einer Endpressung, die dem vierfachen der eines einfachen Laufrades gleich ist und daher auch eine viermal so große Druckhöhe wie jenes überwinden kann. Es ist natürlich möglich, noch mehr einfache Hochdruckpumpen in der beschriebenen Weise mit


Abb. 451.

einander zu verbinden. Dabei steigt im allgemeinen die erreichbare Förderhöhe mit der Wassermenge. Aus praktischen Gründen empfehlen Gebrüder Sulzer,

die Wassermenge bei Druckhöhen unter 150 m nicht kleiner als etwa 600 Liter und bei Druckhöhen über 150 m nicht unter 1000 Liter in der Minute zu wählen. Die Gehäuse dieser Pumpen bestehen gewöhnlich aus Gusseisen, die Lauf- und Leiträder aus Bronze und die Wellen aus rostbeständigem Nickelstahl. Die Pumpen werden sowohl mit wagrecht als auch mit senkrecht gelagerter Welle ausgeführt. Der Antrieb kann sowohl durch unmittelbar angekuppelte Elektromotoren, rasch laufende Dampfmaschinen, Turbinen usw. als auch durch Riemen oder Seil erfolgen. Die Abbildung 452 zeigt eine Anordnung, bei welcher eine

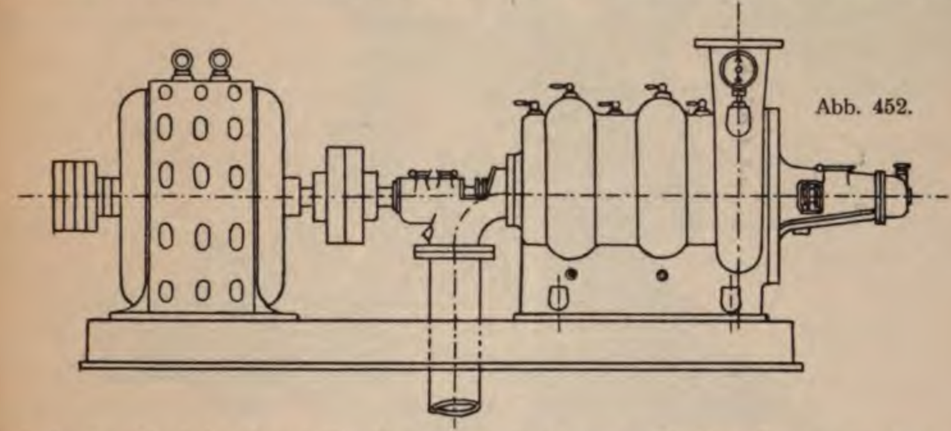


Abb. 452.

sechsfache Hochdruckzentrifugalpumpe mit einem auf derselben gusseisernen Grundplatte stehenden Elektromotor durch eine elastische Kuppelung verbunden ist. Die Zentrifugalpumpen neuerer Konstruktion scheinen berufen zu sein, allen anderen Wasserhebemaschinen den Rang abzulaufen und deren Anwendungsbereich wesentlich einzuschränken.

b) Diaphragma-Pumpen. Die Diaphragmapumpen, auch Membranpumpen genannt, haben anstatt eines Kolbens eine ringsum eingespannte ringförmige Gummiplatte, eine sogenannte Membran, die durch einen Schwengel gehoben und gesenkt werden kann und dabei ähnlich wie ein Kolben wirkt. Abb. 453 zeigt die Skizze einer solchen Pumpe. Die Gummischeibe ist an ihrem äußeren Umfange zwischen den Pumpenkörper und den Ausguss eingeklemmt. Mit dem inneren Umfange ist sie an ein Zwischenstück befestigt, welches einen Bügel zum Angriffe für den Schwengel und den Sitz für das Steigventil trägt. Als Steigventil ist meist ein Tellerventil mit unterer Führung, als Saugventil aber meist ein Kugelventil angewendet. Diese Pumpen sind zum Fördern von Schmutzwasser besonders

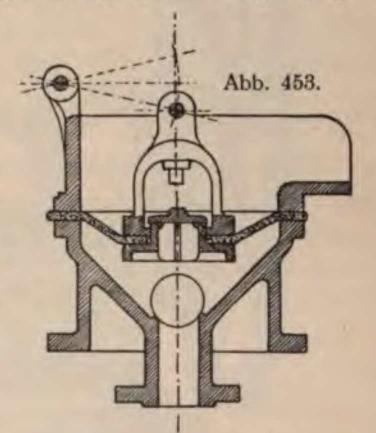


Abb. 453.

geeignet und erfordern etwas weniger Antriebskraft als einfachwirkende Kolbenpumpen, weil die Kolbenreibung wegfällt; sie sind aber sehr von der Güte des zur Membran verwendeten Gummis abhängig, der infolge des fortwährenden Auf- und Niederbiegens sehr bald brüchig und unbrauchbar wird. Es müssen deshalb

stets Gummimembranen zum Auswechseln bereit gehalten werden. Das Auswechseln selbst ist sehr schnell zu bewerkstelligen. Die Abb. 454 zeigt die

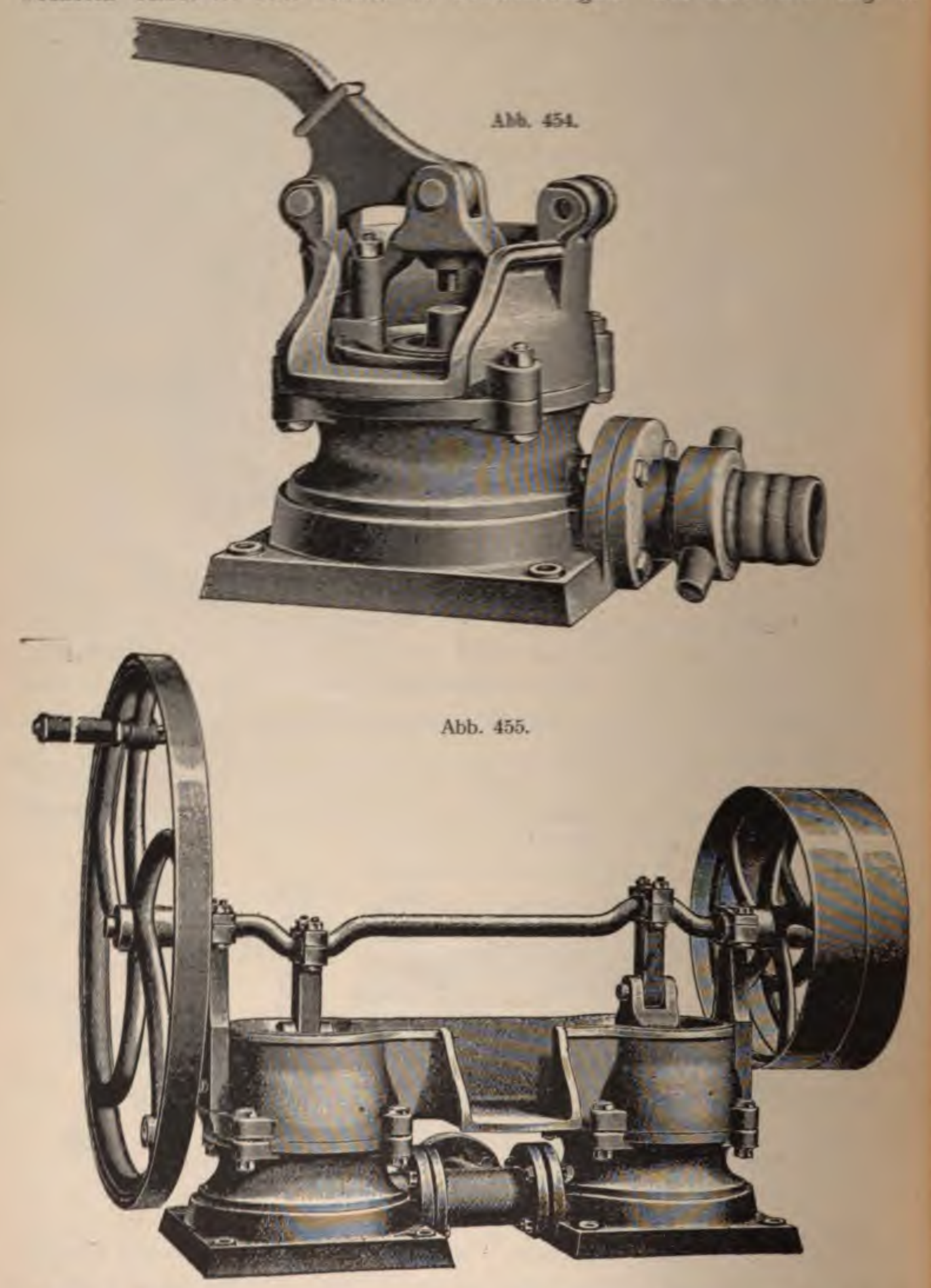


Abb. 454.

Abb. 455.

äußere Ansicht einer kolbenlosen einfachen Saugpumpe der Garvenswerke, mit nach der Seite gerichtetetem Saugstutzen und für Handbetrieb eingerichtet, Abb. 455

stellt eine Doppelsaugpumpe für Schwungrad- oder Riemenantrieb dar, wie sie von der genannten Fabrik angefertigt wird. Membranpumpen können auch als Saug- oder Hebepumpen ausgeführt werden.

c) Der Saugheber. Dieser in Abb. 456 nach Weisbachs Ingenieur- und Maschinenmechanik durch eine Skizze dargestellte Apparat wird angewendet, wenn das Wasser über eine Erhöhung weggeführt werden soll. Da hierbei nur die Wirkung eines gewöhnlichen Hebers zur Geltung kommt, so ist damit keine eigentliche Wasserhebung verbunden.

Der Apparat besteht aus dem steigenden Rohre AB, dem wagrechten Mittelstück BC und dem fallenden Rohre CD. Die Einmündung A ist mit einem Schieber S versehen, die Ausmündung E mit einem Klappenventile E. Außerdem ist im Mittelstück BC ein mit einem Stopfen zu verschließendes kurzes Mundstück K angebracht.

Um den Heber in Gang zu setzen, werden der Schieber S und das Ventil E geschlossen, sodann wird so lange Wasser durch K eingeführt bis der ganze Heber damit angefüllt ist. Schließt man nun K luftdicht ab, öffnet S und macht E frei, so beginnt die Wirksamkeit des Hebers, indem das Wasser in einem zusammenhängenden Strome in der Richtung ABCD durch denselben hindurchfließt und bei E zum Ausflusse gelangt. Dies geschieht unter der Bedingung, dass der Wasserspiegel H über der Ausmündungsröhre EF steht und dass die Höhe des Mittelstückes BC über dem Wasserspiegel H noch nicht die dem Atmosphärendruck entsprechende Wassersäule (10,33 m) erreicht.

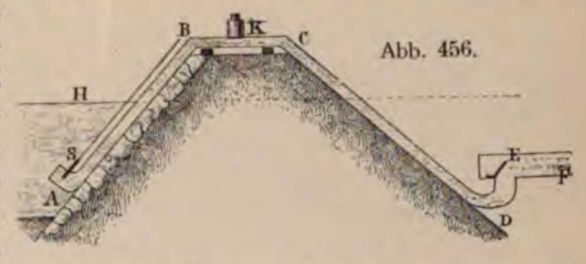


Abb. 456.

Im Heberscheitel sammelt sich nach und nach Luft an, so dass schließlich die Wirkung des Hebers, also der Wasserabfluss aufhören müsste, wenn die Luft nicht von Zeit zu Zeit aus dem Heberscheitel entfernt würde, was sich durch Abschließen der Mündungen S und E und Nachfüllen von Wasser bewerkstelligen lässt. Bei größeren Anlagen bringt man auf dem Heberscheitel eine Luftpumpe an.

d) Wasserstrahlpumpen. Die Wasserstrahlpumpen benutzen das Arbeitsvermögen eines gepressten Wasserstrahles zur Wasserhebung. Um den Bau derartiger Strahlpumpen, Ejektoren oder Elevatoren haben sich die Gebrüder Körting in Hannover sehr verdient gemacht. Sie haben die Pumpen so einfach und zweckmäßig eingerichtet, dass dieselben eine außerordentlich große Verbreitung gefunden haben und jetzt in gleicher oder ähnlicher Gestalt auch von verschiedenen anderen Fabriken gebaut werden.

Abb. 457 zeigt eine solche zum Auspumpen von Baugruben, Kellern usw. bestimmte Körtingsche Wasserstrahlpumpe. Der Wasserstrahl kommt aus einer, durch das Gewindestück a mit der Strahlpumpe verbundenen Druckwasserleitung und strömt aus der Düse b in die dieser gegenüberliegende Mündung des Steigrohres c. Dabei reißt er das durch die in dem Gehäuse d befindlichen

Löcher zufließende Wasser mit in die Steigleitung hinein. Die Pumpe wird hierbei in das zu entfernende Wasser gelegt, wie die Skizze Abb. 458 zeigt. Muss das Wasser aber angesaugt werden, so erhält die Pumpe die durch Abb. 459 erläuterte Gestalt. Das Gehäuse d bekommt dann volle Wandungen und wird mit einem Saugstutzen versehen. An letzteren kann ein Saugrohr angeschlossen werden, an welches ein engmaschiger Saugkorb befestigt wird. Mit dem gewöhnlich in Wasserleitungen vorhandenen Drucke von 3,5 bis

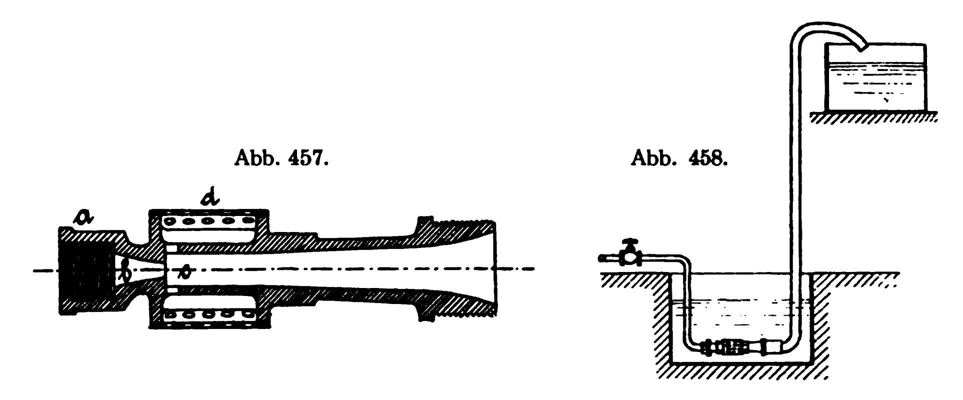
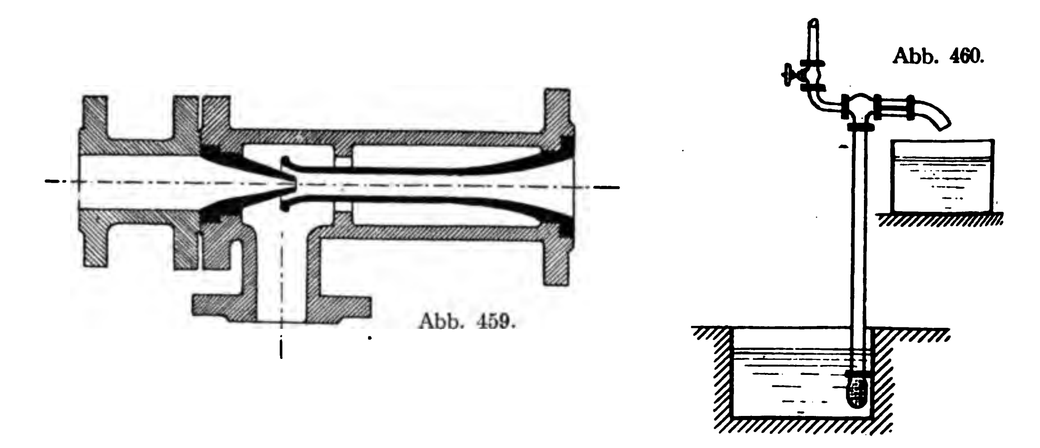


Abb. 457. Abb. 458.

4 Atm. kann man dann Wasser bis zu 3 m Höhe ansaugen und noch weitere zwei Meter hoch heben, im Ganzen also eine Förderhöhe von 5 m überwinden. Die Abb. 460 zeigt die hierbei gebräuchliche Anordnung in einer Skizze. Für gewisse Fälle versehen Gebrüder Körting ihre Wasserstrahlpumpen mit Düsen aus Rotguss. Um die Druckwassermenge genau einstellen zu können, was nötig wird, wenn ein und dieselbe Strahlpumpe für verschiedene Förderhöhen benutzt werden muss, wird eine verstellbare Spindel in die Düse eingebaut,


Abb. 459. Abb. 460.

mit deren Hilfe man die Querschnittsfläche der Düse nach Bedarf verkleinern oder vergrößern kann. Abb. 461 zeigt eine solche Pumpe.

Wasserstrahlpumpen können für sehr große Wassermengen und bedeutende Fördenhöhen gebaut werden. Sie finden im Bergbau beim Sümpfen vielfache Anwendung.

e) **Der hydraulische Widder oder Stoßheber.** Diese im Jahre 1797 von **Montgolfier** erfundene Einrichtung ist auch eigentlich eine Wasserstrahlpumpe. Sie unterscheidet sich aber von den besprochenen Pumpen dadurch, dass sie stoßweise und nicht stetig wie jene arbeitet. Der hydraulische Widder nutzt den Stoßdruck des ihm durch ein gewisses Gefälle zufließenden Wassers bei plötzlicher Absperrung dazu aus, einen Teil dieses Wassers auf eine Höhe zu heben, welche größer als das Gefälle ist. Der Stoßheber ist eine sehr brauch-

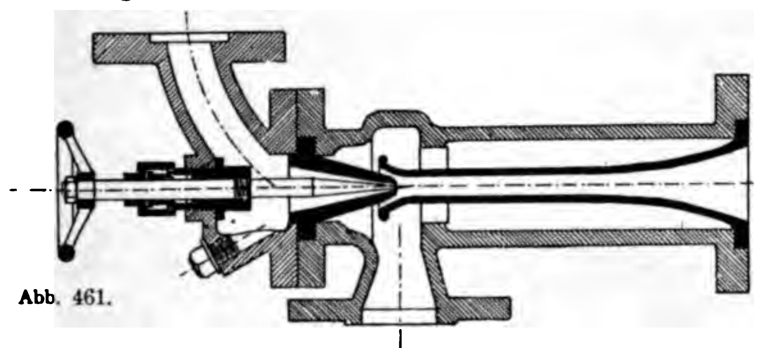


Abb. 461.

bare Maschine, die sich durch geringe Anschaffungs- und Betriebskosten auszeichnet und für die verschiedensten Wasserversorgungszwecke, bei denen es sich nicht gerade um die Förderung größerer Wassermengen handelt, wo aber doch Wasser im Überschusse vorhanden ist, geeignet ist.

Aus der Skizze Abb. 462 sieht man, dass der Behälter A, in welchem das Betriebswasser angesammelt wird, durch ein Leitungsrohr, das sogenannte **Treibrohr** T, mit einem Windkessel W und einem kurzen Ansatzstutzen n in Verbindung steht. In den Windkessel mündet das Steigrohr S, dessen obere Öffnung sich im Boden des Behälters B befindet, der das geförderte Wasser zunächst aufzunehmen hat. An der Einmündung des Treibrohres in den Windkessel ist das sogenannte Steigventil m, welches sich nach oben öffnet, angebracht. Der kurze Stutzen ist mit dem sich nach unten öffnenden Stoß- oder Sperrventile n versehen. Der Windkessel kann durch je einen, nicht mit gezeichneten, Hahn von dem Treibrohre und von dem Steigrohre abgesperrt werden; außerdem ist am Windkessel noch ein anderer, ebenfalls nicht mit gezeichneter Hahn angebracht, durch den man den Windkessel entleeren und mit frischer Luft füllen kann.

Abb. 462.

Die Wirkungsweise des Stoßhebers ist folgende. Es seien zunächst die beiden Ventile m und n geschlossen, das Treibrohr ganz mit Wasser und der Windkessel teils mit Wasser, teils mit Luft gefüllt. Wird nun das Sperrventil n schnell niedergedrückt, so erfolgt Wasserausfluss aus dem kurzen Stutzen. Da aber der Druck des Wassers auf das Sperrventil von unten größer ist als der von oben, so schließt es sich infolge dieses Überdruckes sehr bald wieder. Die durch den Abschluss des Sperrventiles bewirkte Störung in der Bewegung der Wasser-

masse im Treibrohre ruft einen Stoß hervor und hat zur Folge, dass sich das Steigventil m öffnet und Wasser in den Windkessel strömt. Hiermit ist natürlich ein Zusammendrücken der Luft in demselben und ein Wasserausfluss durch die Mündung des Steigrohres in den oberen Behälter B verbunden. Ist dann das Wasser im Treibrohre zur Ruhe gekommen, so schließt sich das Ventil m. Es gewinnt dann der Atmosphärendruck im Verein mit dem Eigengewichte des Sperrventiles das Übergewicht über den Druck des Wassers im kurzen Ansatzstutzen und stößt das Sperrventil wieder nieder, so dass ein neues Spiel beginnt.

In Weisbachs Ingenieur- und Maschinenmechanik findet sich ein hydraulischer Widder beschrieben, welchen Montgolfier seiner Zeit in St. Cloud bei Paris einrichtete.

Wie Abb. 463 zeigt, weicht derselbe von der vorigen Einrichtung durch die Anwendung von zwei Windkesseln ab. Es ist wieder n das Sperrventil am Ende des Treibrohres, W der Windkessel und S das Steigrohr. Außerdem ist aber noch ein zweiter Windkessel K angebracht, welcher einerseits durch das Rohr C mit der Kammer des Stoßventiles n, andererseits durch die Klappen des Steigventiles m mit dem äußeren Windkessel in Verbindung steht. Der Nutzen des inneren Windkessels besteht darin, dass die in demselben eingeschlossene Luft die nachteiligen Wirkungen der mit dem plötzlicher Auf- und Abschließen des Sperrventiles verbundenen Stöße abschwächt, wodurch nicht allein die Maschine selbst mehr geschont, sondern auch ihre Wirksamkeit etwas verbessert wird. Um die Luft wieder zu ersetzen, welche unter dem Drucke im Windkessel W nach und nach durch das Steigrohr abgeführt wird, bringt man am Boden des Windkessels ein Mundstück z an, welches mit einem sich nach innen öffnenden Ventile versehen ist. Dieses Ventil öffnet sich bei der nach einem Stoße stattfindenden rückgängigen Bewegung des Wassers in der Treibrohre, sobald der Druck desselben unter den Atmosphärendruck sinkt. Es dringt somit bei jedem Spiele eine kleine Luftmenge in die Windkessel W und K ein, welche die durch das Steigrohr abgeführte Luft ersetzt, so dass beide Windkessel immer die gehörige Luftmenge enthalten. Mit einem Stoßheber kann man etwa den zehnten Teil des demselben zugeführten Wassers auf etwa die siebenfache Treibgefällhöhe heben. Als geringstes Treibgefälle ist eine Höhe von 1 m, als größtes eine solche von 15 m anzusehen.

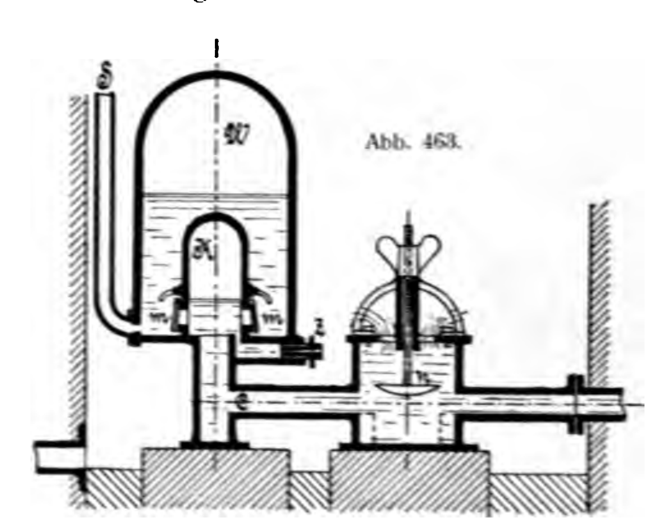


Abb. 463.

Es gibt auch doppeltwirkende und saugende Stoßheber, auf die aber hier nicht eingegangen zu werden braucht.

f) Die Spiralpumpe. Die Spiralpumpe ist folgendermaßen eingerichtet. Um eine wagrecht gelagerte, drehbare Achse, welche nahezu in Höhe des Wasserspiegels liegt ist spiralförmig eine Röhre gewunden, welche an ihrer Einmündung ein Horn zum Schöpfen des Wassers hat und an der anderen Seite in ein wagrechtes Röhrenstück ausmündet, das nicht unmittelbar mit der äußeren Luft, sondern mit dem unteren Ende einer senkrechten Röhre in Verbindung steht, in welcher das bei Umdrehung der Schlange eingenommene Wasser emporsteigt bis es am oberen Ende zum Ausflusse gelangt.

In Abb. 464, welche Weisbachs Ingenieur- und Maschinenmechanik entnommen wurde, stellt A B die Welle vor, welche durch eine Stopfbüchse B mit dem Steigrohre M N verbunden ist und mittels der Kurbel P im Umdrehung gesetzt werden kann. C G L ist die um die Welle laufende und mit ihr festverbundene Spirale oder Schlange welche bei C mit einem weiteren Mundstücke, dem schon erwähnten Horne versehen ist und bei L in das hohle Wellenende einmündet. Um sich eine Vorstellung von der Wirkungsweise dieser Maschine zu verschaffen, denke man sich die Schlange, so wie die Abbildung zeigt, mit untereinander abwechselnden Luft- und Wasserbogen gefüllt. Während die Luft in dem Horn C D den gewöhnlichen atmospärischen, durch die Höhe h einer Wassersäule zu messenden Druck hat, besitzt die Luft im Bogen E F eine Spannung, welche um die Höhe h_1 des Wasserbogens D E größer ist als h. Ferner steht die Luft im Bogen G H unter einem Drucke, der wieder um die Höhe h_2 der Wassersäule F G größer ist als der in E F usw. Während der fortgesetzten Umdrehung der Schlange rücken die Luft- und Wasserbögen in derselben allmählich nach der Einmündung B in der Steigröhre B M N vor, worin sie auch noch emporsteigen, bis sie endlich am oberen Ende zum Ausflusse gelangen. Wenn sich der Windungshalbmesser der Schlange von dem Horn C bis zur Einmündung L in das Steigrohr hin, dem allmählichen Zusammenziehen der Luftbögen entsprechend verjüngt und wenn das Horn C bei jeder Umdrehung einen Luft- und Wasserbogen einnimmt, so wird durch die Umdrehung der Schlange im Gleichgewichtszustande zwischen den Luft- und Wasserbögen nichts geändert und es wird daher auch das Ausgießen des Wassers am oberen Ende der Steigröhre seinen Fortgang haben.

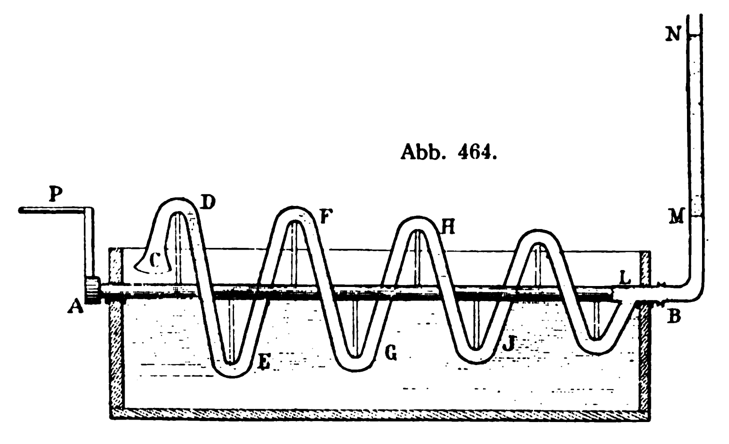


Abb. 464.

Hat man die Welle halb herumgedreht, so sind die Luft- und Wasserbögen um die halbe Ganghöhe in der Richtung von A nach B fortgerückt, der Wasser-

bogen K L hat sich zum großen Teile in das hohle Wellenstück B ergossen und von dem Horne C ist ein neuer Wasserbogen gefasst worden.

Zum regelmäßigen Arbeiten dieser Maschine gehört, dass die Einmündung genügend weit ist, um abwechselnd die Luft- und Wassermenge zu fassen, welche für die erste halbe Windung D E erforderlich ist. Um dieser Bedingung zu genügen, muss die mittlere Querschnittsfläche des Hornes gleich dem doppelten Querschnitte der Schlange und sein mittler Durchmesser gleich dem 1,4fachen der Schlangenrohrweite sein. Die Spiralpumpe wird äußerst selten benutzt.

g) Die Mammutpumpe. Auch die sogenannte Mammutpumpe braucht gepresste Luft zu ihrem Betriebe, freilich solche von wesentlich höherer Spannung als die Spiralpumpe.

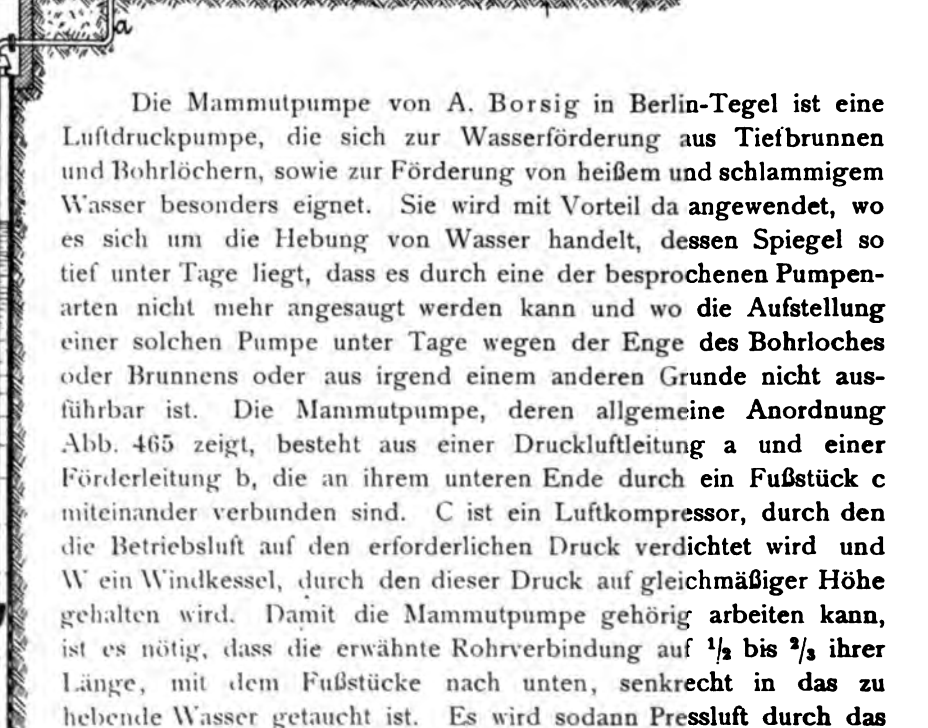


Abb. 465.

Die Mammutpumpe von A. Borsig in Berlin-Tegel ist eine Luftdruckpumpe, die sich zur Wasserförderung aus Tiefbrunnen und Bohrlöchern, sowie zur Förderung von heißem und schlammigem Wasser besonders eignet. Sie wird mit Vorteil da angewendet, wo es sich um die Hebung von Wasser handelt, dessen Spiegel so tief unter Tage liegt, dass es durch eine der besprochenen Pumpenarten nicht mehr angesaugt werden kann und wo die Aufstellung einer solchen Pumpe unter Tage wegen der Enge des Bohrloches oder Brunnens oder aus irgend einem anderen Grunde nicht ausführbar ist. Die Mammutpumpe, deren allgemeine Anordnung Abb. 465 zeigt, besteht aus einer Druckluftleitung a und einer Förderleitung b, die an ihrem unteren Ende durch ein Fußstück c miteinander verbunden sind. C ist ein Luftkompressor, durch den die Betriebsluft auf den erforderlichen Druck verdichtet wird und W ein Windkessel, durch den dieser Druck auf gleichmäßiger Höhe gehalten wird. Damit die Mammutpumpe gehörig arbeiten kann, ist es nötig, dass die erwähnte Rohrverbindung auf $^1/_2$ bis $^2/_3$ ihrer Länge, mit dem Fußstücke nach unten, senkrecht in das zu hebende Wasser getaucht ist. Es wird sodann Pressluft durch das Rohr a in das Fussstück geleitet. Diese Luft steigt in dem im Rohre b enthaltenen Wasser auf und bildet dabei mit demselben ein Gemisch, dessen spezifisches Gewicht geringer ist als dasjenige des die Förderröhre umgebenden äußeren Wassers. Infolgedessen steigt das Wasser im Rohre b empor und kommt schließlich am oberen Ende derselben zum Ausflusse. Bei stetiger Zufuhr von Pressluft wird auch eine stetige Wasserförderung erzielt.

Da die Pumpe weder Ventile noch sonstige bewegliche Teile besitzt, so verlangt sie auch keine besondere Wartung, ist fast keinen Betriebsstörungen ausgesetzt und kann in beliebiger Entfernung von der Erzeugungsstelle der Pressluft untergebracht werden.

Die Fabrik von A. Borsig liefert Mammutpumpen für Fördermengen von 50 Minutenlitern an und für alle Förderhöhen. Für 1 Liter gefördertes Wasser wird von den Mammutpumpen im Durchschnitte $1^3/_4$ Liter atmosphärische Luft verbraucht, die natürlich auf einen der Förderhöhe und Brunnentiefe entsprechenden Druck verdichtet werden muss. Die Wassergeschwindigkeit im Förderrohre wird gewöhnlich zu 1,5 bis 2 m angenommen.

h) Dampfstrahlpumpen. Diese Pumpen weichen in ihrer Einrichtung nicht wesentlich von den schon besprochenen Wasserstrahlpumpen ab; es sind wie jene Düsenapparate. Die dort mitgeteilten Abbildungen von Elevatoren und Ejektoren können daher auch für diesen Abschnitt als angenähert richtig angesehen werden.

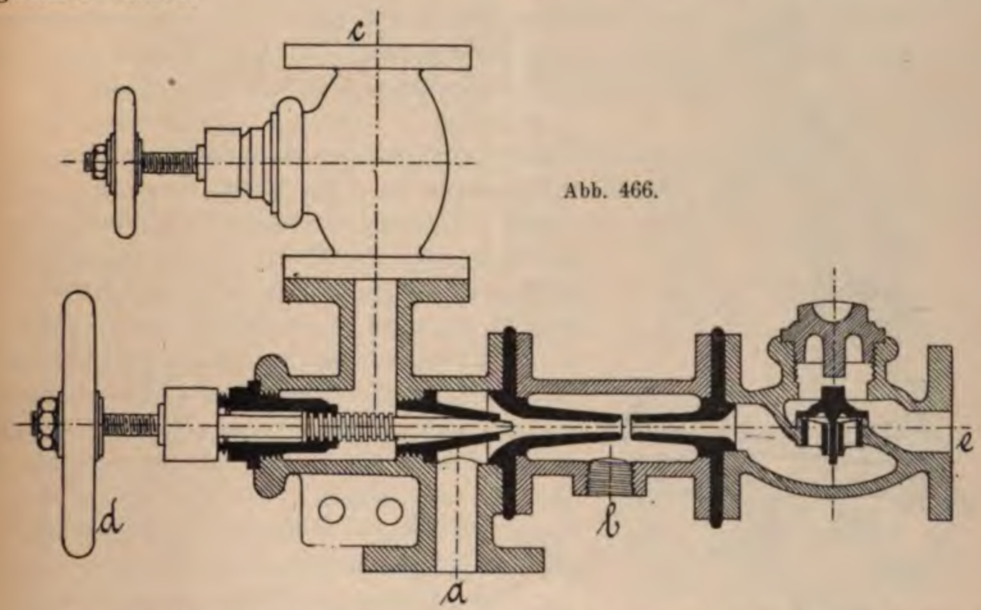


Abb. 466.

Zu den Dampfstrahlpumpen gehört auch der im Jahre 1858 von Giffard erfundene Injektor, der zum Speisen der Dampfkessel dient und weite Verbreitung gefunden hat. Die äußere Gestalt, welche Giffard seinen Injektoren gab, wird nicht mehr angewendet; man ist zu einfacheren Anordnungen übergegangen, von denen im folgenden einige als Beispiele kurz erläutert werden sollen.

Die Injektoren können liegend oder stehend ausgeführt werden und mit oder ohne Saugwirkung eingerichtet sein.

Die Abb. 466 zeigt einen saugenden Injektor liegender Konstruktion von C. W. Julius Blancke in Merseburg. Bei demselben ist a die Wasserzuführung, b der Abfall- oder Sabberstutzen, c das Dampfventil, d ein Stellrad mit Spindel und e das Speiseventil. Der Injektor wirkt in folgender Weise. Der von c herkommende Dampf strömt in Gestalt eines Strahles aus der Dampfdüse

in die hinter ihr liegende Düse über und kondensiert sich teilweise hierbei. Dadurch wird in der Düsenkammer eine Luftverdünnung erzeugt, durch welche das Speisewasser bei a angesaugt wird. Das Wasser kondensiert nun den Dampf vollständig und erwärmt sich dadurch stark. Es strömt sodann mit einer gewissen Geschwindigkeit, die geringer als die ursprüngliche Dampfgeschwindigkeit ist, gegen das in e befindliche Speiseventil, öffnet dieses und tritt in den Dampfkessel ein. Zur Regelung der Dampfmenge ist eine Spindel mit Stellrad d vorhanden. Soll nun der Injektor arbeiten, so öffnet man das Dampfventil c und dreht die Spindel durch das Stellrad d etwas zurück, damit das etwa im Dampfrohre stehende Wasser abfließen kann. Ist dies Wasser entfernt, so dreht man die Spindel langsam vor, wobei sich dann die oben erwähnte Saugwirkung von selbst einstellt. Bemerklich macht sich dies sogenannte Anspringen durch ein schlagendes Geräusch und den Abfluss von etwas Wasser aus dem Sabberrohre. Alsdann dreht man die Spindel wieder langsam zurück und zwar so weit, bis bei b kein Wasser mehr abläuft und ein eigentümlich pfeifender Ton das Arbeiten des Injektors anzeigt. Beim Abstellen wird zuerst das Dampfventil geschlossen und dann die Spindel zugedreht. Die zur Regelung des Dampfzutrittes dienende Spindel kann auch durch andere Vorrichtungen, wie z. B. verstellbare Düsen ersetzt werden.

Die saugenden Injektoren vertragen eine desto größere Saughöhe, je höher die Spannung des ihnen zugeführten Dampfes ist. Bei 8 Atm. Kesselspannung beträgt z. B. die erreichbare Saughöhe etwa $2^1/_2$ Meter, bei $1^1/_2$ Atm. aber nur ungefähr $^1/_2$ Meter. Je höher die Dampfspannung ist, desto kälter muss das zu hebende Wasser sein. Heißes Wasser kann ein Injektor aus früher angedeuteten Gründen nicht ansaugen. Der beschriebene Apparat verträgt noch Wasser von 40° C; es ist aber besser, die Temperatur desselben nicht über 30° zu nehmen. Das im Injektor angewärmte Wasser wird dann dem Dampfkessel mit etwa 70° C zugespeist.

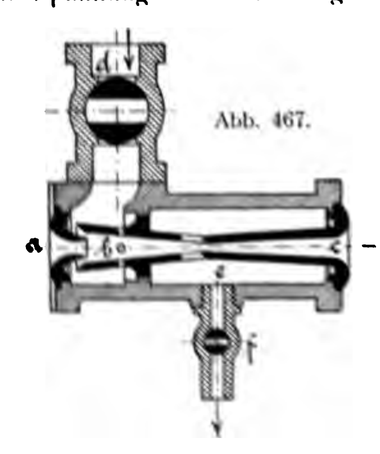


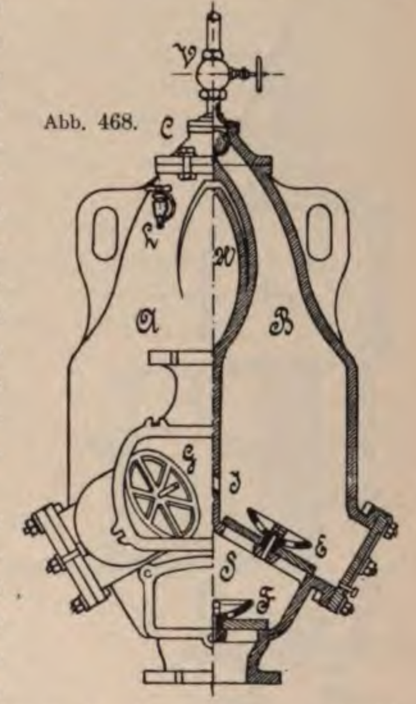
Abb. 467.

Den **nichtsaugenden** Injektoren muss das Wasser von einem, am zweckmäßigsten nicht höher als 1 m darüber befindlichen Behälter zugeführt werden. Der nichtsaugende Injektor von Schau, den Abb. 467 veranschaulicht, zeichnet sich durch große Einfachheit aus. Der Dampf strömt bei demselben durch die Dampfdüse a durch die Mischdüse b in die Auffangdüse c und nimmt dabei das von d herkommende Wasser mit. Kurz vor der engsten Stelle der Mischdüse befinden sich einige Löcher in der Düsenwand, durch welche das Sabberwasser oder etwa mitgerissene [illegible] in das Gehäuse [illegible] kann, an welches eine durch ein Ventil [illegible] ins Freie führende Leitung f angeschlossen ist.

[illegible] da aber die vom Dampfe auf das übrige [illegible] Wasser [illegible] dem Dampfkessel wieder zugeführt

wird, so sind die hierdurch hervorgerufenen Verluste nicht bedeutend. Sie sind aber die Ursache, dass Injektoren außer zur Kesselspeisung kaum irgend eine andere Verwendung finden. Aus diesem Grunde soll auch hier auf die zahlreich vorhandenen anderen Injektorkonstruktionen nicht näher eingegangen werden. Es mag nur noch folgende kurze Bemerkung gestattet sein. Der Universalinjektor von Gebrüder Körting in Körtingsdorf vor Hannover besteht aus zwei in einem gemeinschaftlichen Gehäuse untergebrachten Injektoren, von denen einer das Wasser ansaugt und dem anderen zudrückt, der es dann dem Kessel zuspeist. Mit diesem Universalinjektor kann man Saughöhen von 6,5 Metern überwinden und Wasser von 65⁰ Wärme ansaugen.

i) Pulsometer. Der Gedanke, welcher dem Pulsometer zugrunde liegt, Wasser durch unmittelbare Einwirkung von Dampf auf dasselbe zu heben, ist alt, aber erst im Jahre 1871 gelang es dem Amerikaner Hall, diesen Gedanken in einer praktisch brauchbaren Maschine, dem Pulsometer, zu verkörpern. Die Hallschen Patente gingen später an den deutschen Ingenieur M. Neuhaus über, der sich um die Verbesserung der Hallschen Konstruktionen sehr verdient machte und nach vielen Mühen und Kämpfen dem Pulsometer die Anerkennung verschaffte, die dieser reichlich verdient. Jetzt werden Pulsometer von vielen Fabriken gebaut und, mit mancherlei Änderungen versehen, in den Handel gebracht. Es wird genügen, hier nur eine einzige Konstrukton als Beispiel etwas näher zu betrachten, nämlich die der Kommandit-Gesellschaft M. Neuhaus & Ko. (Luckenwalde-Berlin). Diese Konstruktion ist der ursprünglichen Hallschen Ausführung am ähnlichsten.


Abb. 468.

Der Neuhaussche Pulsometer ist eine doppeltwirkende, kolbenlose Saug- und Druckpumpe. Er besteht, wie die Abbildungen 468 und 469 zeigen, aus zwei birnenförmigen, mit schlanken Hälsen versehenen Pumpenkammern A und B. Die obere Vereinigung der beiden Kammern erfolgt durch den Dampfkopf C, welcher das Dampfsteuerungsventil, eine Kugel, enthält, die abwechselnd A und B verschließt. Die Pumpenkammern haben einen gemeinsamen Druckkasten D und einen gemeinsamen Saugraum S, der mit einem Windkessel W in Verbindung steht. Im Boden des Saugraumes ist ein Fußventil F angeordnet und unter diesem der Stutzen für die Saugrohrleitung angebracht. Letztere wird mit einem Saugkorbe versehen. Jede der Pumpenkammern hat unten ein Saugventil E und in dem nach dem Druckkasten führenden Kanale ein Druckventil G. Auf dem Druckkasten befindet sich der Steigrohrstutzen. Die Saug- und Druckventile, sowie das Fußventil bestehen aus ringförmigen Gummiplatten, die auf sternartig durchbrochenen Sitzen liegen und

tellerförmige Hubfänger haben. Im unteren Teile der Pulsometerkammern befinden sich je zwei Kanäle J und J_1. Die ersteren gehen von Kammer zu Kammer und dienen dazu, die Kondensation des Dampfes in der Nebenkammer durch Einspritzen von kaltem Wasser zu beschleunigen. Die Kanäle J_1 verbinden die Kammern mit dem Druckkasten und haben den Zweck, den Pulsometer aus der Druckrohrleitung zu füllen, falls er einmal leer geworden sein sollte. Die in die Kammerhälse eingeschraubten Luftventile L führen die für einen gleichmäßigen und ruhigen Pulsometergang erforderliche Luft zu. Der Dampfzulass wird durch das Dampfventil V bewirkt. Auf der oberen Fläche des Windkessels befindet sich ein Loch mit Gewinde für die sogenannte Füllschraube, nach deren Lösung der Pulsometer mit Wasser angefüllt werden kann. Sämtliche Ventilkastendeckel sind ebenfalls mit kleinen Löchern versehen, die durch sogenannte Frostschrauben verschlossen sind und zum Ablassen des im Pulsometer befindlichen Wassers benutzt werden können.

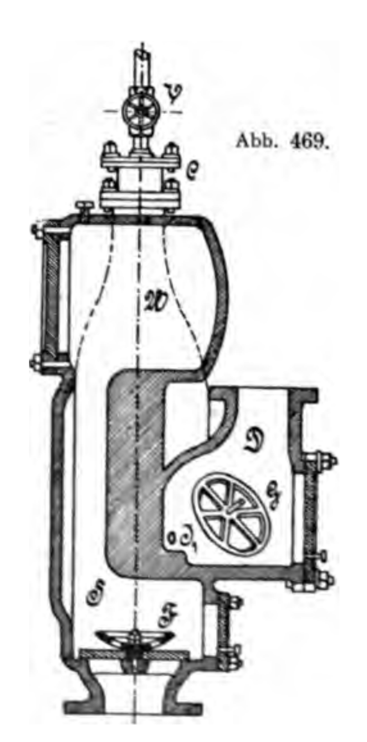


Abb. 469.

Bevor der Pulsometer in Gang gesetzt werden kann, müssen beide Kammern mit Wasser gefüllt sein. Wird nun das Dampfventil V_2 geöffnet, so strömt Dampf in diejenige Pumpenkammer, welche das Steuerventil offen gelassen hat und drückt das in derselben befindliche Wasser durch das Druckventil und den Druckkasten in die Steigleitung. In dem Augenblicke, in welchem der sinkende Wasserspiegel und der auf ihm lastende Dampf den nach dem Druckkasten führenden Kanal erreicht, tritt infolge von Druckverminderung die Umsteuerung der Ventilkugel und, unter Mitwirkung einer durch den Kanal J erfolgenden Wassereinspritzung aus der Nebenkammer, die Kondensation des Dampfes, also eine Luftverdünnung ein. Sofort strömt durch das Fuß- und das Saugventil neues Wasser in die Pumpenkammer ein, während das in der anderen Kammer befindliche Wasser in die Steigleitung gedrückt wird und sich der eben beschriebene Vorgang nun in dieser Kammer wiederholt. Dieses abwechselnde Saugen und Drücken setzt sich dann so lange fort, als Dampf von genügender Spannung und das nötige Saugwasser vorhanden ist.

Der Pulsometer überwindet nach Angabe der Fabrik, bei trockenem Dampfe, Saughöhen bis zu 7 Metern und Druckhöhen, bei entsprechendem Dampfdrucke, bis zu 80 Metern. Es ist jedoch aus verschiedenen Gründen empfehlenswert, eine größere Saughöhe als 3 m, wenn irgend möglich, nicht anzuwenden. Mit der Druckhöhe gehe man nur in Ausnahmefällen über 45 m. Bei einer Wassertemperatur von 50° saugen die Pulsometer nicht mehr an und es muss ihnen dann das Wasser zufließen. Die Spannung des Arbeitsdampfes soll am Pulsometer

um 2 bis 3 Atm. größer sein als der zu überwindende Gegendruck der Wassersäule im Steigrohre (10 m Wassersäule = 1 Atm.). Durch die unmittelbare Berührung zwischen Dampf und Wasser wird letzteres etwas erwärmt. Diese Erwärmung beträgt für je 10 m Förderhöhe durchschnittlich etwa 2 ° C.

An den Pulsometern von Neuhaus können noch einige andere, sehr brauchbare Vorrichtungen angebracht werden, die verschiedenen Zwecken dienen, auf welche aber hier nicht näher eingegangen werden kann; es sei deshalb auf die von der Fabrik herausgegebenen Kataloge verwiesen. Hier mag nur noch folgendes bemerkt werden. Die Pulsometer verbrauchen verhältnismäßig viel Dampf, dass sie aber „Dampffresser" seien, wie von vielen Seiten behauptet wird, trifft nach den im Jahre 1897 in Freiberg gemachten Erfahrungen, wo es sich um die Sumpfung der infolge des damaligen Wassereinbruches ersoffenen Schächte handelte, nicht zu. Mit Schwungrad- oder Duplexdampfpumpen dürfen sie in dieser Hinsicht freilich nicht verglichen werden, mit einfachen schwungradlosen Dampfpumpen, wie sie damals aus verschiedenen Gründen außer den Pulsometern nur noch angewendet werden konnten, können sie aber den Wettbewerb wohl aufnehmen. Die Saugleitung eines Pulsometers muss natürlich durchaus dicht sein und soll nach dem Pulsometer zu möglichst stetig ansteigen, Krümmungen müssen nach Möglichkeit vermieden werden. Bei den Druckrohren sollen die durch Krümmungen usw. eintretenden Druckhöhenverluste zu der eigentlichen, senkrecht gemessenen Förderhöhe hinzugezählt werden. Wie die dann in Rechnung zu stellende Förderhöhe bestimmt wird, ist in diesem Buche bereits weiter vorn mitgeteilt worden.

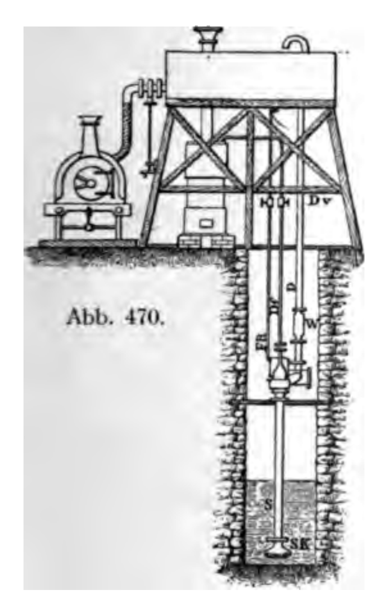


Abb. 470.

Die Pulsometer sind sehr brauchbare Maschinen, die auf die verschiedenste Weise benutzt werden können. Einige Anwendungen zeigen die beigefügten Skizzen. In denselben bedeutet Df die Dampfleitung, Dv das Dampfventil, D die Druck- oder Steigeleitung, S die Saugleitung, SK einen Saugkorb, Rv das Rückschlagventil, W einen Windkessel, CR einen sogenannten Kondenstopf, FR ein Füllrohr und Uv ein Anschlussrohr.

In Abb. 470 füllt ein Pulsometer aus einem Brunnen einen Behälter, mit dessen Wasser Lokomotiven gespeist werden. In ähnlicher Weise wird ein Pulsometer aufgestellt, um Wasser für den Gebrauch in Fabriken zu liefern. In Abb. 471 ist dargestellt, wie man seigere Schächte von geringer Teufe usw. entwässern kann. Der Pulsometer drückt das Wasser in eine hölzerne Rinne, welche es weiter leitet. Der Pulsometer kann auch an der Mündung des Schachtes aufgehängt und je nach Erfordernis gehoben oder gesenkt werden. Beim Senken soll der Saugkorb in ein Vorgesümpfe d. i. ein Loch, in dem alles Wasser zusammenläuft, gestellt werden, doch darf er die Sohle desselben nicht berühren, da er sonst verstopft werden kann. Soll Sand oder Schlamm mit Kies gemengt

gehoben werden, so geschieht dies besser ohne Saugkorb. In Abb. 472 ist ein Pulsometer aufgestellt, um Wasser aus Flüssen mit schrägen Ufern, Baugruben usw.

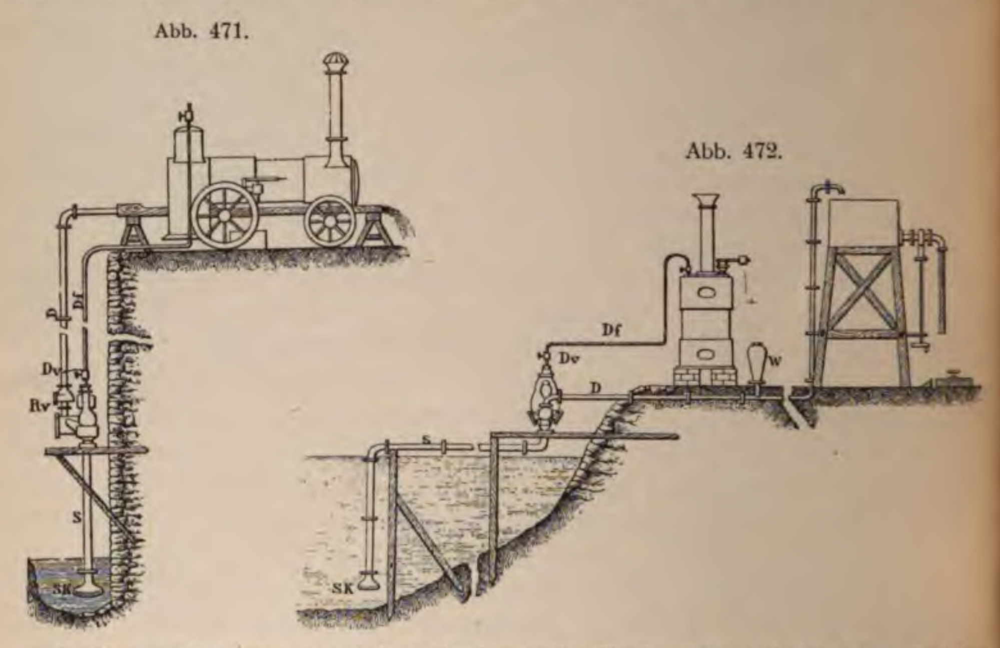


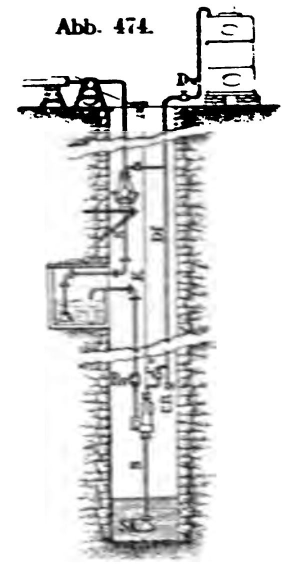
Abb. 471.

Abb. 472.

zu fördern und einem, in nicht unbedeutender Entfernung aufgestelltem Behälter zuzuführen. Diese Anordnung ist auch anwendbar, um Wasser zu Bewässerungszwecken zu heben oder Speisebehälter für Lokomotiven zu füllen. Abb. 473 zeigt eine zum Sümpfen eines flachen Schachtes bestimmte Pulsometeranlage. Dieselbe erlaubt natürlicherweise keine senkrechte oder seigere Aufstellung, sondern verlangt eine tonnlägige Anordnung, wie sie in der Skizze dargestellt ist und zum ersten Male mit gutem Erfolge auf der Zeche „Paul" bei Werden a. d. R. mit Neuhausschen Pulsometern ausgeführt wurde. Bei einer seigeren Gesamtförderhöhe von 40 m betrug die Erwärmung des gehobenen Wassers nur 5° C. Abb. 474 endlich zeigt zwei Pulsometer, die beim Brunnenabsenken benutzt wurden und einen Brunnen bis zu einer Tiefe von 50 m auspumpten. Die untere Pumpe drückte das Wasser in einen Behälter, welcher auf halbe Höhe eingebaut war und aus welchem der obere Pulsometer das Wasser bis zu Tage förderte.

Abb. 473.

Im Jahre 1897 wurden in Freiberg einige ersoffene Schächte mit Neuhausschen Pulsometern aufgewältigt. Die Gesamtförderhöhe, also die frei zu machende Teufe, betrug dabei in einem Schachte, dem Davidrichtschachte, 304 m. Es wurden nach und nach 6 Pulsometer übereinander gestellt, von denen jeder im Durchschnitt etwa 50 m zu überwinden hatte. Die Pulsometer waren so aneinander gereiht, dass das Steigrohr des einen unmittelbar in das Saugrohr des darüber stehenden Pulsometers überging. Das gehobene Wasser wurde vom obersten Pulsometer in eine durch ein Knierohr an sein Druckrohr angeschlossene 1200 m lange, fast genau wagrecht liegende Leitung abgegeben. Zwischenbehälter und Hauptbehälter konnten, örtlicher Verhältnisse wegen, nicht eingebaut werden. Nur am Ende der Druckleitung wurde später ein Holzkasten aufgestellt, in welchen der oberste Pulsometer ausgoss. Gefördert wurden von dieser Anlage durchschnittlich 18 Sekundenliter.


Abb. 474.

Feuerspritzen.

Eine Spritze ist eine Pumpe, deren Wasser nicht ausgegossen, sondern in einem geschlossenen Strahle fortgetrieben wird. Man bringt zu diesem Zwecke am Ende des Steigrohres, welches in den meisten Fällen ein Schlauch sein wird, ein Ausguss- oder Strahlrohr mit einem Mundstücke an, dessen innerer Durchmesser viel kleiner als der des Steigrohres ist.

Man kann bei den Feuerspritzen feststehende, tragbare und fahrbare, sowie Hand- und Dampfspritzen unterscheiden. Die feststehenden Spritzen oder richtiger Spritzvorrichtungen sind nichts als feststehende Pumpwerke, wie sie in diesem Buche besprochen wurden, die man mit Vorrichtungen zum Anbringen von Schläuchen versehen hat. Die bei Hochdruckwasserleitungen gebräuchlichen Hydranten und Feuerlöschhähne gehören auch hierher. Die sogenannten Tragspritzen haben ein so geringes Gewicht, dass sie von zwei Mann an den Ort ihres Gebrauches getragen werden können. Bei den Karren- oder Abprotzspritzen ruht die auf einem schlittenartigen Rahmen, dem Protzschlitten, befestigte Spritze auf einem zweirädrigen Karren, mit dem sie beliebig herum gefahren werden kann. An der Stelle, an welcher sie gebraucht wird, wird sie, samt dem Schlitten, vom Karren genommen, abgeprotzt, und auf den Boden gestellt. Die größeren Spritzen sind fast immer auf einem vierrädrigen Wagengestelle dauernd befestigt und werden durch Menschen oder durch Dampfkraft angetrieben. In ersterem Falle nennt man sie Wagenspritzen oder Landspritzen, in letzterem Dampfspritzen.

Das erforderliche Wasser entnehmen die Pumpenzylinder der Spritzen entweder aus dem sogen. Wasserkasten, in welchem das Pumpwerk steht oder durch Saugschläuche aus einem benachbarten Flusse, Teiche oder Brunnen. Der Wasserkasten wird entweder mit Eimern gefüllt oder es wird ihm das

Wasser durch eine besondere fahrbare Pumpe, oder durch eine andere Spritze, den Zubringer, aus einer benachbarten Wasserstelle zugeführt; auch aus Wasserleitungen kann es mit Hilfe von angeschraubten Schläuchen der Spritze zugeleitet werden.

Die Spritzen erhalten Windkessel, um die Gleichmäßigkeit des Wasserstrahles zu sichern und Stöße zu vermeiden. In den Druckwindkessel reicht ein Standrohr entsprechend tief hinein, auf welches entweder ein nach allen Seiten bewegliches sogenanntes Wenderohr, an welches ein Schlauch kommt, geschraubt wird, oder ein mit einem Strahlrohre versehener Druckschlauch von entsprechender Länge, mit dem man dem Feuer näher tritt. Nur die älteren Handkraftspritzen haben übrigens noch das Stand- und Wenderohr; bei den neueren sind Ausgüsse angebracht, welche mit Gewinden zum Anschrauben von Schläuchen versehen sind. Die Dampfspritzen haben gewöhnlich zwei oder drei, manchmal auch mehr derartige Ausgussstutzen.

Bei den Handkraftspritzen erfolgt der Betrieb der Pumpen durch einen Druckhebel d. i. ein kräftiger Doppelschwengel, der in seiner Mitte auf dem Spritzengestelle sicher gelagert ist und an seinen beiden, meist gegabelten Enden geschlossene oder oben offene Hülsen hat, durch welche hölzerne Druckstangen oder Druckbäume gesteckt werden, an denen mehrere Menschen gleichzeitig angreifen können. Zwischen dem Drehpunkte des Hebels und diesen Handstangen und zwar in einer Entfernung von $^1/_4$ bis $^1/_3$ der halben Druckhebellänge, vom Drehpunkte aus gemessen, sind die Kolbenstangen für die Pumpen angehängt. Die Hubbegrenzung des Druckhebels erfolgt durch Lederpolster oder Gummipuffer, die am Spritzengestelle oder am Wasserkasten angebracht sind. Die Pumpen der Spritzen können einfach oder doppeltwirkend arbeiten und stehende, liegende oder geneigte Zylinder haben. Die Handspritzen sind meist mit einfachwirkenden Pumpen ausgerüstet. Als Ventile werden meist Klappen- und Teller- oder Kegelventile, manchmal auch Gummikugelventile angewendet.

Die Ausführungsformen der Handkraftspritzen sind außerordentlich verschieden und können hier, wo man sich mit einigen wenigen Beispielen begnügen muss, nicht näher besprochen werden. Was von einer guten Ausführung verlangt wird, geht aus folgenden „Bestimmungen über den Bau und die Leistungen von Feuerspritzen" hervor, die im Oktober 1878 vom Landesausschusse sächsischer Feuerwehren beraten und festgestellt wurden. Dieselben lauten:

1. Die Spritze muss in allen Teilen gut und dauerhaft gearbeitet sein, durchlaufende Vorderräder (wenn vierrädrig), schmiedeeiserne Druckhebel, Metallzylinder, eingeschliffene Metallkolben mit oder ohne Nachdichtung und eisernen Wasserkasten besitzen.

2. Die Spritze muss mit Saugvorrichtung, einem Windkessel für das Druckwerk und einem solchen für das Saugwerk mit mindestens drei Saugschläuchen von je 2 m Länge, sowie mit den erforderlichen Mundstücken, mit einer Laterne, einer Bremse (wenn vierrädrig), einer Schlauchwelle und den sonstigen kleineren Requisiten als Mutterschlüssel, Schlauchschlüssel, Holzhammer usw. nebst Requisitenkasten versehen sein. Das Saugwerk muss auf der rechten Seite und so eingerichtet sein, dass durch Drehung eines Hahnes (Vierteldrehung mit An-

schlag) nach Belieben aus dem Wasserkasten oder aus den Saugschläuchen gespeist werden kann. Die beiden Druckstangen müssen zur linken Seite des Wasserkastens gelagert sein.

3. Die Lichtweite des Saugschlauches hat ungefähr die Hälfte des Zylinderdurchmessers zu betragen. Der Seiher muss abgeschraubt werden können und mit einem Schutzmantel versehen sein.

4. Die Ventile müssen, ohne dass die Kolben herausgenommen zu werden brauchen, leicht zugänglich sein; ebenso muss das Wasser aus den inneren Teilen des Werkes mittels Hähnen oder Schrauben leicht und vollständig abgelassen werden können.

5. Außer an den Windkesseln darf am Pumpwerk nichts gelötet und nichts verkittet, sondern müssen alle übrigen Teile zusammengeschraubt sein.

6. Der höchste Angriffspunkt an den Druckstangen darf nicht über 1,7 m, der tiefste nicht unter 0,45 m und die Differenz zwischen beiden nicht über 1,1 m betragen.

7. Die Übersetzung der Druckhebel soll nicht weniger als 1 : $3^1/_2$ und nicht mehr als 1 : 5 betragen. Die Druckhebel müssen auf elastische Puffer schlagen.

8. Die Spritze muss das Wasser mindestens 6,8 m hoch saugen können, also das Vakuummeter mindestens 50 cm zeigen; der Zeiger des letzteren darf nur langsam zurückgehen. Die Vakuummeterprobe mit den Saugschläuchen darf mit der der Spritze keine größere Differenz als 2 cm ergeben.

9. Die Spritze muss einen Wasserdruck von 10 Atmosphären = 10 kg pro Quadratzentimeter eine Minute lang gestatten.

10. Der Nutzeffekt bei Vergleichung der theoretischen mit der wirklichen Wasserlieferung darf nicht weniger als 95 Proz. betragen.

11. Es muss betragen:

a) bei einem Zylinderdurchmesser von 100 mm, 12 mm Mundstück, höchstens 8 Mann Bedienung, die größte Wurfweite mindestens 26 m;

b) bei einem Zylinderdurchmesser von 110 mm, 13 mm Mundstück, höchstens 10 Mann Bedienung, die größte Wurfweite mindestens 28 m;

c) bei einem Zylinderdurchmesser von 120 mm, 15 mm Mundstück, höchstens 12 Mann Bedienung, die größte Wurfweite mindestens 30 m;

d) bei einem Zylinderdurchmesser von 130 mm, 17 mm Mundstück, höchstens 14 Mann Bedienung, die größte Wurfweite mindestens 32 m.

Bei anderen Zylinderdurchmessern müssen die Leistungen den vorstehenden proportional sein. Die angegebenen Wurfweiten müssen 2 Minuten lang mit ein und derselben Bedienungsmannschaft erzielt werden.

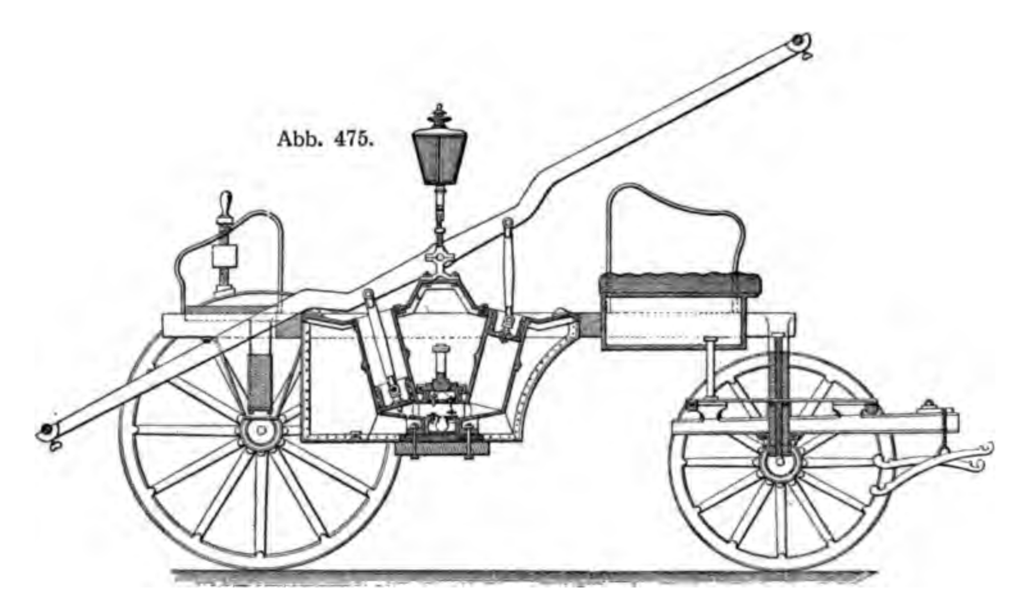
Verwendet soll nur ein kurzes Stück Schlauch werden und es ist die Wurfweite vom Mundstücke bis an das Ende des Strahles zu messen, ohne auf einzelne zerstreute Tropfen Rücksicht zu nehmen.

12. Der Fabrikant muss für gute Arbeit und gutes Material eine dreijährige Garantie übernehmen.

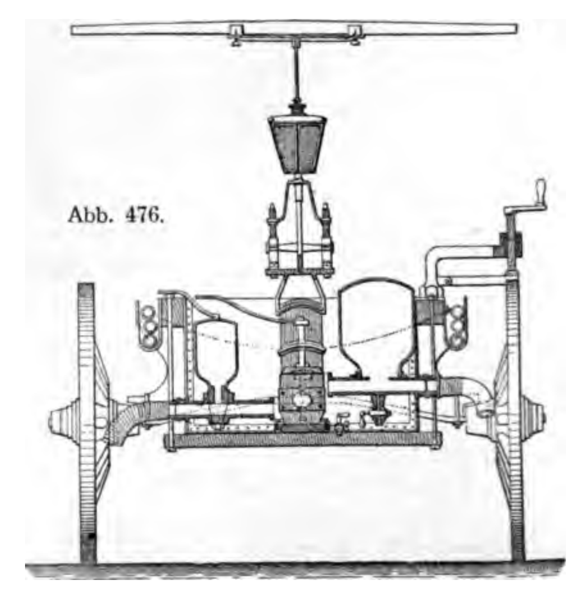
Ähnliche Bestimmungen sind auch in vielen anderen Ländern erlassen worden.

Die Abbildungen 475 und 476 zeigen eine Fahrspritze von Bräunert in Bitterfeld, welche den gestellten Bedingungen im großen und ganzen entsprechen dürfte und daher auch ohne besondere Erläuterungen verständlich ist.

Abb. 477 ist die Skizze einer anderen Landspritze. Zu derselben ist folgendes zu bemerken. A ist der Wasserkasten, B und B_1 sind zwei einfachwirkende Saug- und Druckpumpen, deren Zylinder unten durch zwei kurze


Abb. 475.

Kanäle, die sogenannten Gurgelrohre, mit dem Ventilgehäuse verbunden sind. Über dem Ventilgehäuse zwischen den Pumpenstiefeln befindet sich der Windkessel W. Das Saugrohr ist mit s, das Druckrohr mit d bezeichnet. Ersteres ist im Innern des Wasserkastens mit einer durch einen Schraubverschluss absperrbaren Öffnung versehen, durch welche das Wasser aus dem Wasserkasten entnommen werden kann. Außerdem aber ist es an beiden Seiten bis durch die Wände des Wasserkastens hindurchgeführt und mit Schraubenkapselverschlüssen versehen, die nach Bedarf entfernt werden und durch eine Schlauchverschraubung ersetzt werden können. Wenn die Pumpen, wie im letzteren Falle, ihr Wasser selbst ansaugen müssen, so ist es, wie auch schon aus den oben mitgeteilten Bestimmungen und dem früher Gesagten hervorgeht, immer sehr empfehlenswert, zur Vermeidung von Stößen und Schlägen Saugwindkessel anzuordnen (vgl. Abb. 476). Auch das Druckrohr kann nach beiden Seiten durchgeführt und mit Ver-


Abb. 476.

schraubungsvorrichtungen versehen sein. Die als Hubbegrenzungen für den Druckhebel dienenden Puffer sind in der Skizze mit g bezeichnet.

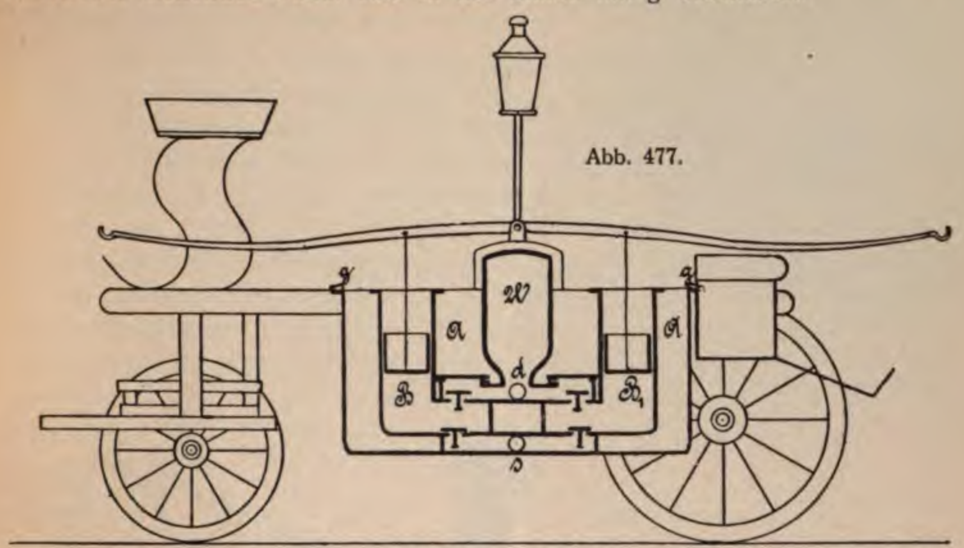


Abb. 477.

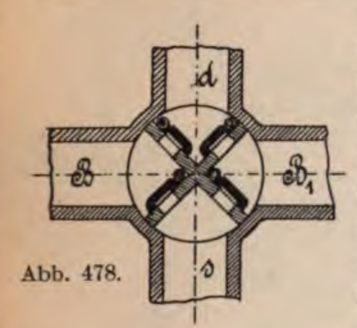


Abb. 478.

Bei den beiden beschriebenen Spritzen sind die Pumpenventile nicht leicht genug zugängig, was unter Umständen bei einem Brande sich höchst unangenehm bemerkbar macht. Die Ventile müssen auch während des Dienstes, wenn nötig genau untersucht und gereinigt, sowie ausgewechselt werden können. Um dies zu ermöglichen. verlegt man sie gern in ein gemeinschaftliches Gehäuse, das, wie Abb. 478 zeigt, oder ähnlich geformt ist. Dieser sogenannte K o n u s ist schwach kegelförmig gestaltet, wird an seiner ver-

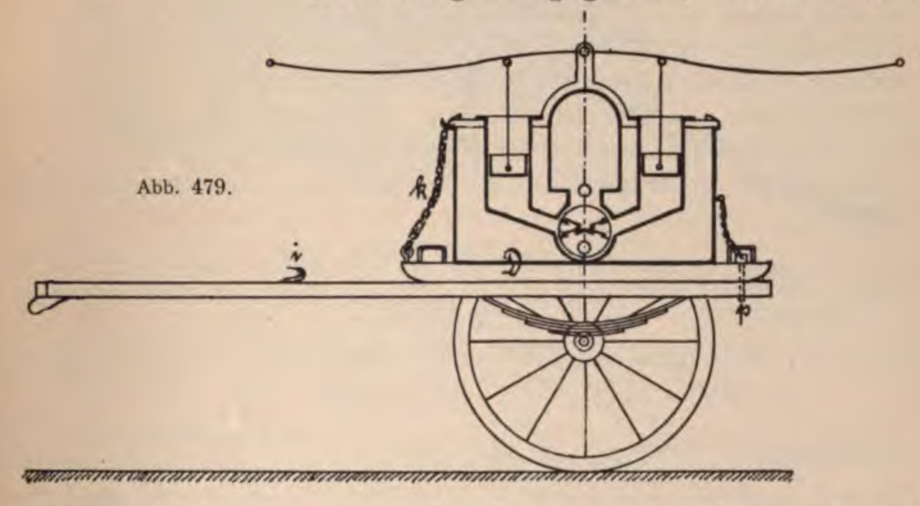
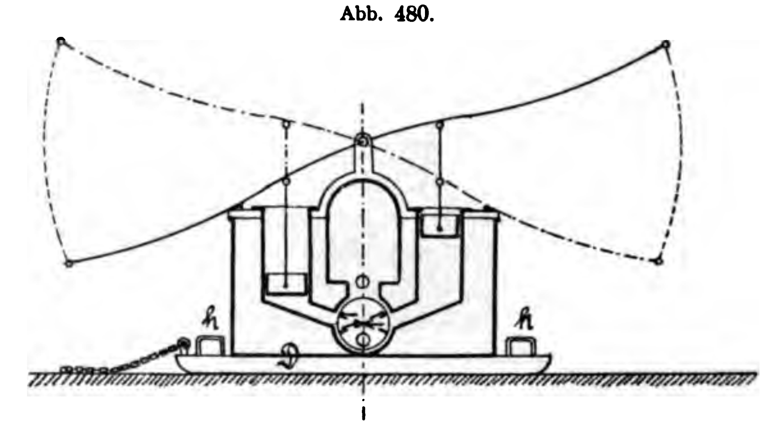


Abb. 479.

jüngten Seite durch eine geeignete Verschraubung festgehalten und kann ohne große Umstände und ohne viel Mühe herausgezogen werden. Bei Anwendung eines

solchen Ventilgehäuses erhält man Spritzenkonstruktionen wie die beiden Skizzen Abb. 479 und 480 eine zeigen. Beide Skizzen stellen eine Karrenspritze dar und zwar im aufgeladenen und im abgeprotzten Zustande. Die ganze Spritze ruht auf einem zweirädrigen Karren, der von drei oder vier Mann gezogen wird. Man kann die Spritze auch mit einem Vorderwagen verbinden, auf welchem einige Mann Platz finden können. Das Ganze wird dann von einem oder zwei Pferden gezogen. Die Spritze wird durch den Protznagel p gehalten, der durch den zwischen den Seitenborden des Karrenbodens liegenden Protzschlitten und den Karrenboden hindurch gesteckt ist. Vorn an der Spritze sieht man die Protzketten k, deren gewöhnlich eine oder zwei vorhanden sind. Beim Abprotzen wird zunächst der Protznagel entfernt und die Protzkette mit ihrem oberen Ende in den Protzhaken eingehängt; sodann wird die Deichsel des Karrens so hoch emporgehoben, dass der Protzschlitten herabgleitet. Derselbe kann natürlicherweise auch an den Handgriffen h angefasst und vom Karren herabgehoben werden. Die Protzkasten und die Handgriffe dienen auch dazu, die Spritze, wenn

Abb. 480.



sie auf dem Boden steht und im Betriebe ist, auf der Erde hin- und herzuziehen. Abb. 481 zeigt eine Bräunertsche Abprotzspritze in voller Ausrüstung.

Eine eingehende Berechnung der Feuerspritzen kann hier, als dem Zwecke dieses Buches nicht entsprechend, natürlich nicht durchgeführt werden; es müssen vielmehr die folgenden kurzen Bemerkungen genügen.

Die mittlere Kolbengeschwindigkeit beträgt bei einer Handkraftspritze in der Sekunde

$$v = 0{,}3 \text{ bis } 0{,}4 \text{ m}.$$

Der Kolbenhub wird zu

$$s = 0{,}24 \text{ bis } 0{,}4 \text{ m}$$

angenommen. Die Anzahl der minutlichen Kolbenspiele (Doppelhübe) ist sonach

$$n = \frac{30 \cdot v}{s} = 22 \text{ bis } 52.$$

Die mittlere Geschwindigkeit des Kraftpunktes d. h. des Angriffspunktes der Spritzenmannschaft am Druckhebel kann zu 1,5 bis 1,8 m, die Leistung eines Mannes im Mittel zu 16 mkg in der Sekunde angenommen werden, weil die Arbeit jedesmal nur kurze Zeit dauert.

Der gebräuchliche Kolbendurchmesser ist bei Tragspritzen

$$d = 0{,}08 \text{ bis } 0{,}10 \text{ m oder } 8 \text{ bis } 10 \text{ cm},$$

bei Wagenspritzen aber

$$d = 0{,}16 \text{ bis } 0{,}20 \text{ m oder } 16 \text{ bis } 20 \text{ cm}.$$

Die in der Minute ausgetriebene Wassermenge ist bei zwei einfachwirkenden oder bei einer doppeltwirkenden Spritzpumpe, unter Zugrundelegung eines Lieferungsgrades von 0,85, wie man der Sicherheit wegen nur annimmt,

$$Q = 60 \cdot 0{,}85 \cdot F \cdot v = 51\ F v \quad \text{oder}$$

$$Q = 1{,}7 \cdot F \cdot n \cdot s,$$

worin F den wirksamen Kolbenquerschnitt bedeutet. Die Wassermenge beträgt bei Handspritzen höchsten 0,3 bis 0,4 cbm in der Minute.

Den Fassungsraum des Druckwindkessels nimmt man gewöhnlich zu 5 bis $6 \cdot F \cdot s$. Die Saugrohre und Schläuche macht man 4 bis 8 cm weit, das Mund-

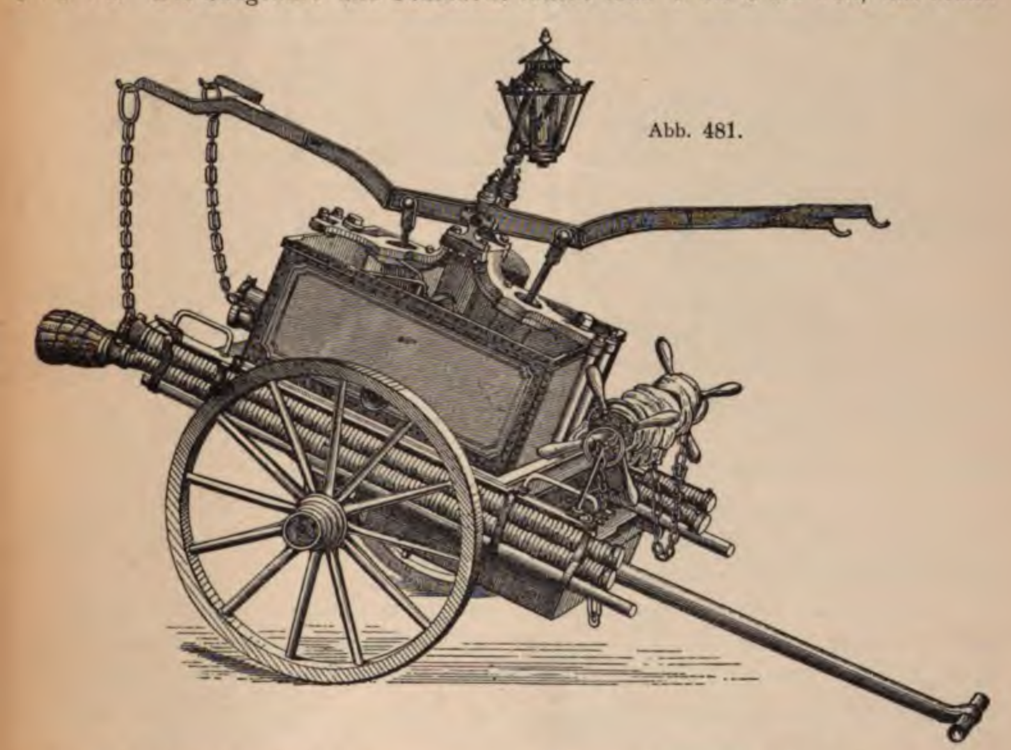


Abb. 481.

stück 15 bis 20 cm lang und verengt es bis zur Spitze auf den lichten Durchmesser d_1. Nimmt man $v = 0{,}3$ m, so muss sich verhalten bei einer Steighöhe von

$h =$	12,5	15,7	18,8	21,9	25,1	28,3	31,4 m
$\frac{d_1}{d} =$	0,121	0,115	0,110	0,105	0,102	0,099	0,096

Ist h die beabsichtigte Steighöhe, so muss die theoretische Druckhöhe sein

$$H = h + \frac{h^2}{90} \text{ m}$$

Wenn $h =$	5	10	15	20	25	30 m
wird also $H =$	8,28	11,1	17,5	24,4	31,94	40 m.

Die Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser aus dem Mundstücke strömt, ist

$$c = \sqrt{2\,g\,H}$$

Um für eine bestimmte Mündungsweite die größte Sprungweite zu erhalten, setze man nach Bach

$$c = 20 \sqrt[3]{d_1^{\,2}}$$

wobei d_1 in cm einzusetzen ist.

Die aufzuwendende Arbeit ist, wenn P die Anzahl Kilogramm Wasser in der Sekunde und H die auf die angegebene Weise ermittelte Steighöhe in Metern bedeutet, wenigstens gleich 1,3 P.H Meterkilogramm und kann je nach der Länge der Schläuche bis auf 2,5 P.H Meterkilogramm steigen.

Für größere Sprunghöhen und Sprungweiten der Wasserstrahlen, als sie die besprochenen Handspritzen bewältigen und für größere Wassermengen als sie fördern können, werden seit etwa 40 Jahren Dampfspritzen angewendet. Dieselben können Sprunghöhen bis 50 m überwinden und Wassermengen bis 1,5 cbm in der Minute auswerfen. Die Dampfspritzen bestehen aus einer auf einem Fahrgestelle befestigten Dampfpumpenanlange mit Dampfkessel. Die hauptsächlichsten Forderungen, die man an eine moderne Dampffeuerspritze stellt, sind nach F. Grosmann in Stuttgart die folgenden:

1. Es muss in möglichst kurzer Zeit Dampf erzeugt, mit der Löscharbeit begonnen und ein kräftiger Wasserstrahl geworfen werden können.

2. Der Spritzenmechanismus muss so leicht, als mit der Anstrengung während des Gebrauches vereinbarlich, konstruiert sein.

3. Die Durchbiegung des Wagengestelles beim raschen Fahren darf keine schädliche Rückwirkung auf den Spritzenmechanismus äußern.

4. Damit starke Schwankungen während der Fahrt nicht entstehen können, müssen alle auf dem Wagen angebrachten Teile möglichst nahe dem Schwerpunkt desselben sich befinden.

Grosmann bemerkt hierzu noch, dass die erheblichen Mängel, welche die älteren Dampfspritzen hatten, bei den neueren Konstruktionen beseitigt sind. Diese Mängel waren das unruhige Verhalten der Spritzen bei der Arbeit, das umständliche Herausnehmen und schwierige Reinigen der Ventile und das fortwährende Hin- und Herbewegen der Schläuche.

Da die erste Forderung, welche man an eine Dampfspritze stellen muss, die des schnellen Dampfmachens ist, so verwendet man bei Dampfspritzen ausschließlich Röhrendampfkessel mit großer Heizfläche und kleinem Wasserfassungsraum. Die Kessel der Dampfspritzen werden fast nur stehend angeordnet, während man die Dampfpumpen bald stehend, bald liegend antrifft. Die liegende Anordnung soll sich durch größere Betriebssicherheit und Standfestigkeit auszeichnen. Während man bei Handkraftpumpen zweckmäßigerweise vorwiegend einfachwirkende Pumpen benutzt, sind für Dampfspritzen doppeltwirkende Pumpen entschieden vorzuziehen. Anstatt der Kolbenpumpen findet man auch manchmal Kapselpumpen, Zentrifugalpumpen oder Pulsometer an-

gewendet; die Kolbenpumpen wiegen jedoch zur Zeit noch bedeutend vor. Zwillingsanordnungen werden verhältnismäßig selten benutzt.

Die beiden folgenden Skizzen werden einen ungefähren Begriff vom äußeren Ansehen der jetzt verbreitetsten Dampfspritzen geben, womit jedoch keineswegs gesagt sein soll, dass sie die neuesten „Typen“ darstellen.

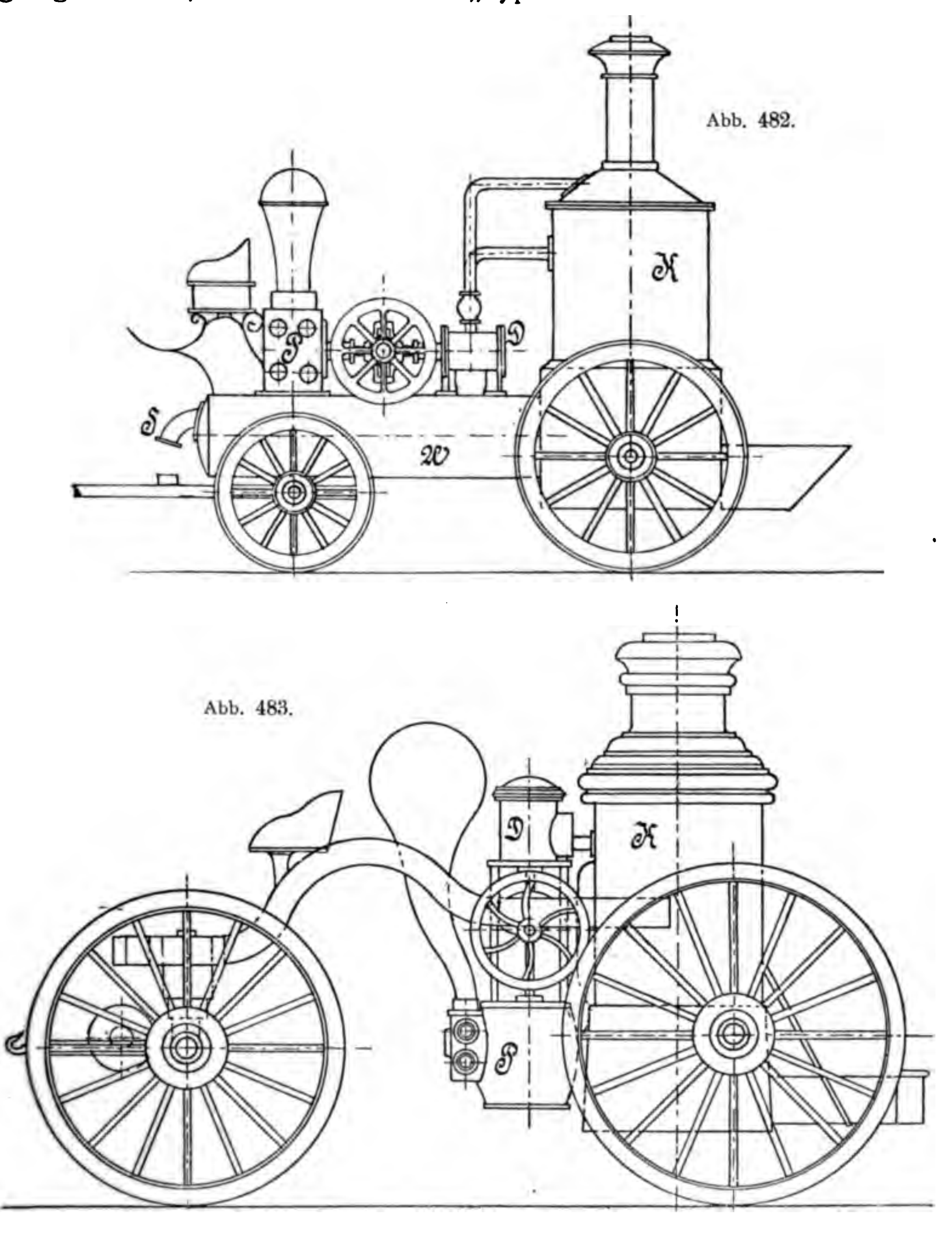


Abb. 482.

Abb. 483.

Abb. 482 soll eine der ersten deutschen Dampfspritzen, nämlich eine von **Egestorff** in Hannover gebaute, veranschaulichen, während Abb. 483 die äußeren

Umrisse einer von Gould konstruierten Spritze darstellen soll. Die erstere hat eine liegende, die letztere eine stehende Dampfpumpe. Wegen der Kurbelschleife, die bei beiden angewendet ist, sei auf das bei der Carretschen Pumpe (S. 244) Gesagte hingewiesen. In den Skizzen sind K die Dampfkessel, D die Dampfzylinder und P die Pumpen. In Abb. 482 ist außerdem noch ein liegender, zylindrischer Wasserkessel W gezeichnet, der als Saugraum und als Saugwindkessel für die Pumpe dient und durch einen an den Stutzen S angeschraubten Schlauch mit der Wasserstelle in Verbindung gebracht werden kann. Die Wasserzuführung ist natürlich bei dem großen Wasserbedarf der Dampfspritzen von ganz besonderer Wichtigkeit. Sie kann in ausreichendem Maße nur durch die oben erwähnte Verbindung der Spritze mit einer ergiebigen Wasserlieferungsstelle, niemals aber durch Zutragen von Wasser in Eimern ermöglicht werden.

Um bei einem Brande das Feuer sofort bekämpfen zu können, werden neuerdings die Dampfspritzen auch so eingerichtet, dass sie während der Zeit von ihrer Ankunft an der Brandstelle bis zur völligen Dampflieferungsfähigkeit mit flüssiger Kohlensäure betrieben werden können.

Auf weitere Einzelheiten der Dampfspritzen und auf die zu einer Dampfspritze gehörigen Ausrüstungsstücke kann hier nicht näher eingegangen werden. Über Schläuche, Strahlrohre und Mundstücke wurde in diesem Buche an anderen Stellen schon das nötigste mitgeteilt.



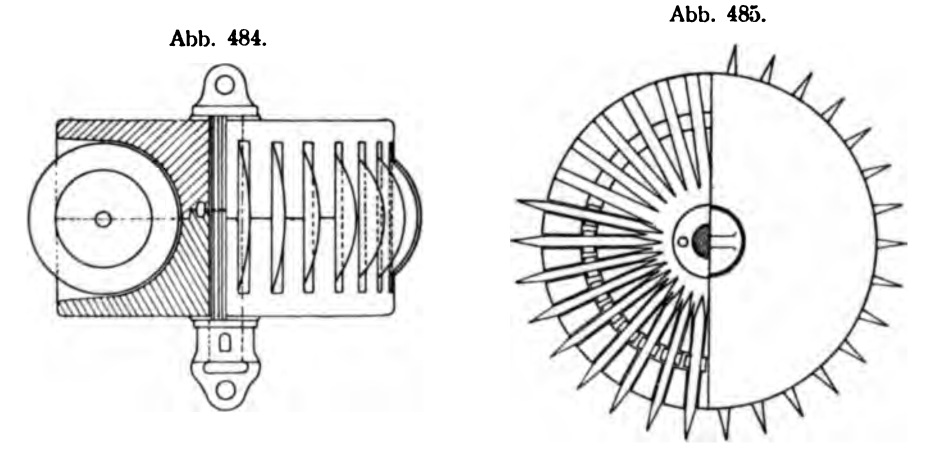
Anhang.

Rohrreinigungsapparate.

An das eine Ende der auf S. 156 erwähnten Schlämmrute wird, wie dort auch schon bemerkt wurde, ein Körper, der nahezu die ganze Rohrweite ausfüllt, ein sogenannter Rohrreiniger befestigt, durch den beim Durchziehen durch die Rohrleitung die an der inneren Rohrwandung anhaftenden Verunreinigungen beseitigt werden sollen. Der erwähnte Reinigungskörper erhält verschiedene Gestalt; so ist er manchmal nichts weiter als ein einfacher, mit eisernen Reifen gebundener Holzstopfen, manchmal eine kräftige Bürste usw.

Eine neuere Einrichtung eines solchen Rohrreinigers zeigen die beiden Abbildungen 484 und 485. Dieser von Gustav Koss in Eger konstruierte Apparat

Abb. 484. Abb. 485.



(D. R. P. Nr. 147 818) ist mit scheibenartigen Schneidwerkzeugen ausgerüstet, die in radialen Schlitzen eines zylindrischen Körpers drehbar gelagert sind. Der Körper ist, senkrecht zu seiner Achse, in der Mitte geteilt und besteht demnach aus zwei Hälften, in deren Teilflächen je eine kreisförmige Nut von Halbkreisquerschnitt eingedreht ist, die den Achsen der Schneiderollen als Lager dient. Die Verbindung der beiden Teile erfolgt durch einen Bolzen mit Kopf, sowie

mit Hülse und Keil. Man kann nach Bedarf mehrere solche Rohrreiniger von verschiedenem Durchmesser ohne Schwierigkeiten miteinander verbinden. Die Konstruktion gestattet, die Schneidrollen leicht und schnell auszuwechseln. Die Rohrreiniger können an dünne Drahtseile befestigt und auch durch den in der Rohrleitung herrschenden Druck vorwärts bewegt werden.

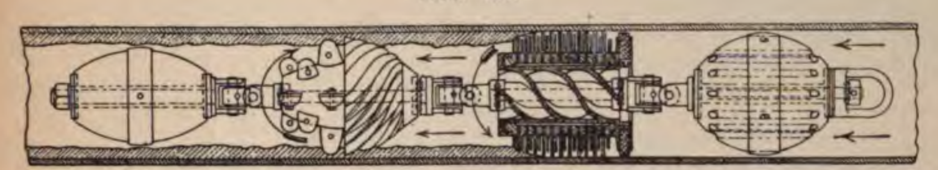
Sehr häufig sind die sich im Laufe der Zeit im Rohrinnern ansammelnden Ablagerungen so fest und hart, dass sie durch das einfache Hindurchziehen oder Hindurchdrücken von Rohrreinigern mit der Schlämmrute oder ähnlichen Vorrichtungen durch die Rohre, nicht entfernt werden können. Um auch in einem solchen Falle die Beseitigung der die Wasserabtragfähigkeit der Rohrleitungen schwer beeinträchtigenden Krusten durchzuführen, sind in neuerer Zeit mehrere Apparate hergestellt worden, die diesen Zweck tatsächlich mit mehr oder weniger einfachen Mitteln erreichen. Sie alle haben das gemeinsam, dass der mit Messern, Schabern oder dergl. versehene Rohrreiniger, während er durch die Rohrleitung fortschreitet, in drehende Bewegung gesetzt wird, so dass gewissermaßen ein Wegbohren des Wandbelages stattfindet. Das Vorschieben des Rohrreinigers erfolgt dabei gewöhnlich durch den Druck des Wassers, der auf den Rücken des Reinigers wirkt. Da aber der in der Rohrleitung herrschende natürliche Druck manchmal zu gering hierzu ist, so muss nicht selten durch eine Pumpe oder auf anderem Wege für die Verstärkung dieses Druckes gesorgt werden.

Im folgenden sollen einige der hierher gehörigen Konstruktionen, soweit sie sich in der Praxis bewährt haben, etwas näher beschrieben werden. Die Apparate sind sämtlich patentiert und mögen hier in der Reihenfolge ihrer Patentnummern zur Besprechung kommen.

Die Abbildungen 486 bis 490 zeigen die Vorrichtung zum Reinigen langer Rohrleitungen von Franz Nowotny in Bernburg (D. R. P. Nr. 117277), welche die Aktiengesellschaft Hannoversche Eisengießerei in Anderten bei Hannover liefert. Die Vorrichtung wird durch irgend ein Druckmittel wie Wasser, Dampf oder Pressluft vorwärts getrieben; sie besteht aus einem oder mehreren, beweglich miteinander verbundenen Körpern. In Abb. 486 ist eine solche, aus vier verschiedenen Körpern zusammengesetzte Reinigungsvorrichtung dargestellt. Der vordere Körper ist ein eichel- oder birnenförmig gestalteter Schwimmer aus Holz mit umgelegtem Metallringe. An ihn ist durch Universalgelenk ein ebenfalls eichelförmiger Schneidkörper angeschlossen, der aus Metall hergestellt und vorn mit Ansätzen oder Zähnen versehen ist, während in seine hintere Hälfte schraubenförmige, scharfkantige Gänge eingeschnitten sind. Der dritte Körper ist zylindrisch gestaltet und mit einer Stahldrahtbürste überzogen; im Inneren ist er mit Schraubengängen versehen und an seinem hinteren Ende ist eine Leder- oder Gummischeibe angebracht, auf welche das Druckmittel einwirkt. Als letzter Körper endlich ist ein zweiter hölzerner Schwimmer angeschlossen. Derselbe ist der Länge nach mehrfach durchbohrt, um dem Druckmittel den Durchgang zu erleichtern. Die in die zu reinigende Rohrleitung eingesetze Vorrichtung wird durch das Druckmittel in der Richtung der gerade gezeichneten Pfeile vorwärts getrieben, wobei dasselbe gleichzeitig an den verschiedenen Schraubenflächen drückend vorüberstreicht und den Bürstenkörper in

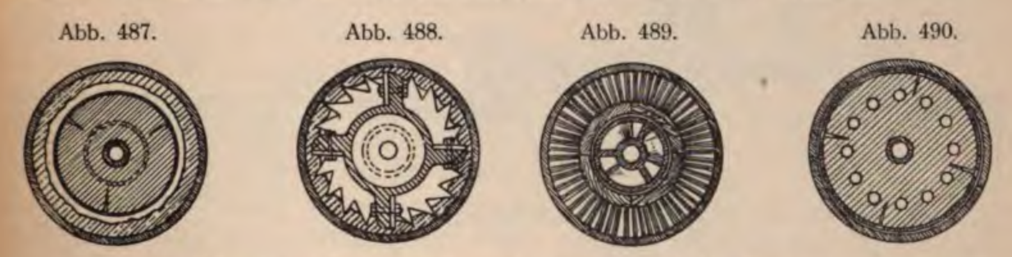
der einen, den Schneidekörper aber in der anderen Richtung um ihre Achsen herumdreht. Die messerartigen Ansätze am Schneidkörper reißen dabei zunächst schmale Rinnen in die Ablagerung ein, während die ihnen folgenden scharfen Kanten der Schraubengänge dieselbe dann abbrechen sollen. Die nachfolgende Bürste, welche sich wie angegeben entgegengesetzt zum Schneidkörper dreht, hat die Aufgabe, die etwa noch stehen gebliebenen kleinen Reste vollends von der Rohrwandung abzusprengen und letztere zugleich zu glätten; auch soll sie

Abb. 486.



die abgelösten Massen in Bewegung halten. Bei weichen und schlammigen Ablagerungen kann der Schneidkörper weggelassen und durch eine zweite Bürste ersetzt werden, die dann eine der anderen entgegengesetzte Drehung erhält; auch die Schwimmer kann man unter Umständen weglassen. Abb. 487 zeigt einen Querschnitt durch den vorderen Schwimmer, Abb. 488 einen solchen durch den Schneidkörper, Abb. 489 einen durch die Bürste und Abb. 490 endlich veranschaulicht einen Schnitt durch den hinteren Schwimmer. Infolge der gelenkigen Verbindung der einzelnen Körper untereinander kann man auch gekrümmte Rohrleitungen mit der Nowotnyschen Vorrichtung reinigen.

Abb. 487. Abb. 488. Abb. 489. Abb. 490.



In der Abb. 491 ist der Rohrreiniger von Wilh. Müller in Bernburg (D. R. P. Nr. 151 256, 151 711 und 151 717) dargestellt, welcher von der Gesellschaft für Röhrenreinigung in Berlin W.-Schöneberg zu beziehen ist. Dieser Apparat besteht aus einem Bohrkopf, dessen hinterer Teil zu einem Turbinenlaufrade ausgebildet ist. Dieses Laufrad dreht sich um eine fest mit einem Leitapparate verbundene Welle. Die Kanäle des Leitrades befinden sich in einem Ringe, der mit einer eigentümlich konstruierten Ledermanschette versehen ist, die sich beim Arbeiten des Rohrreinigers fest an die Rohrwandung anlegt und das gesamte Wasser zwingt, durch die Turbine zu strömen und sie in Bewegung zu setzen, ohne dass Wasserverluste in bemerkbarem Maße eintreten können. Infolgedessen ist bei diesem Apparate zur Betätigung und zum Vorwärtstreiben desselben auch ein verhältnismäßig geringer Druck genügend.

Die Ledermanschette ist außen mit federnden Streifen aus Stahlblech umgeben, die eine Beschädigung der Manschette beim Zurückziehen des Reinigers

aus dem Rohre, durch Stauchungen oder Ansatzreste und dergl. verhüten, ohne indessen die Schmiegsamkeit der Manschette zu beeinträchtigen. Der Bohrkopf, an dessen vorderem Teile scheibenförmige Messer angeordnet sind, ist auswechselbar. Die um ihre Achsen drehbaren Messer sind zum Teil an der Vorderseite, zum Teil an der Längsseite des Bohrkopfes angebracht. Letzere sind unter einem bestimmten Winkel so zur Rohrwandung angeordnet, dass ihre Schnittflächen bei der Drehung des Bohrkopfes an der Rohrwandung entlang gleiten und schabend und brechend wirken. Die Messer an der Vorderseite sind dagegen so gegeneinander versetzt, dass sich ihre Schnittflächen schraubenförmig in die zu entfernenden Ablagerungen einbohren. Rollende Messer haben den Vorzug, dass durch sie ein Herausreißen der Hanfdichtung, die beim Verstemmen des über ihr liegenden Bleiringes häufig mit in das Rohrinnere getrieben wird, nicht stattfindet, da die hervorstehenden Dichtungsteile nur abgeschnitten werden, so dass ein Undichtwerden der Muffen beim Rohrreinigen nicht zu befürchten ist. Die Messer an der Vorderseite des Bohrkopfes dienen zum Vorschneiden der inneren, oftmals weicheren Kruste. Vor- und Nachschneider sind derart gestellt, dass erstere radial in die Ablagerungen eindringen, letztere dieselben aber tangential von der Rohrwandung absprengen.

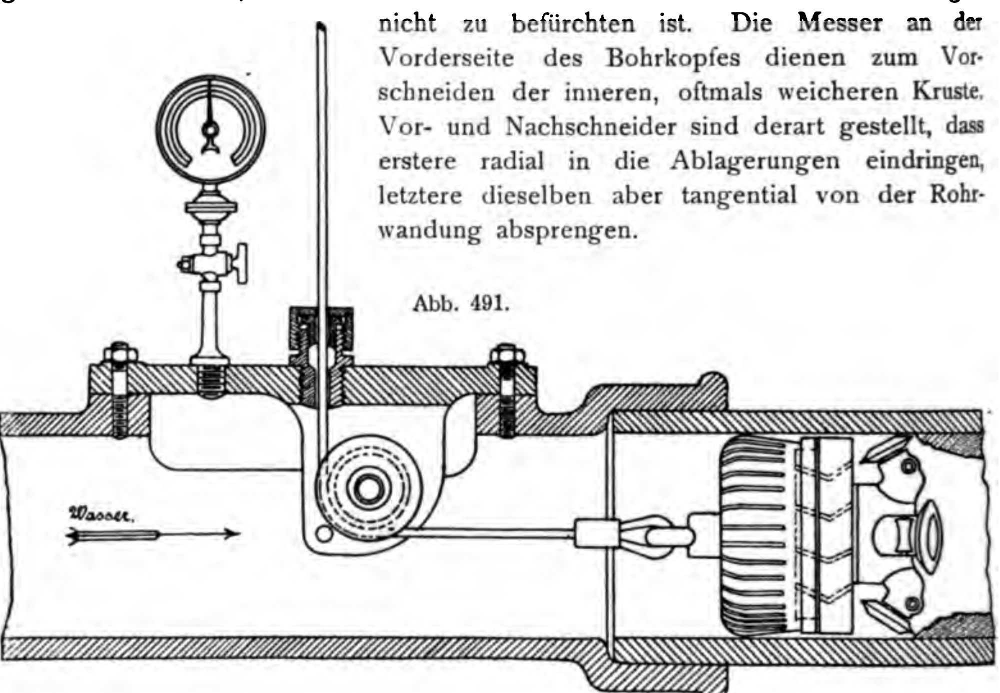


Abb. 491.

Nachdem der Reiniger in das Rohr eingebracht ist, was leicht und schnell nach Abschrauben des Oberteiles eines Wasserschiebers oder des Deckels eines Ausputzers geschehen kann, drückt das Wasser die Manschette gegen die Rohrwand und treibt den ganzen Apparat vorwärts, wobei sie gleichzeitig die Turbine in Bewegung setzt. Mittels eines an der Öse der Turbinenwelle befestigten Drahtseiles kann der Vorschub des Rohrreinigers geregelt werden. Auf die Öffnung, durch welche das Einsetzen des Apparates in die Rohrleitung erfolgte, kommt eine Abschlussplatte, die mit einer Stopfbüchse und mit einer Rolle versehen ist, durch welche das Drahtseil geführt wird. Die abgelösten Krustenteile werden vor dem Apparate hergetrieben und können durch geöffnete

Hydranten nach außen gelangen. Der hinter dem Rohrreiniger herrschende Druck wird durch ein passend angebrachtes Manometer angegeben, wie dies die Abbildung erkennen lässt.

Auch der nun noch zu beschreibende Rohrreiniger von Gustav Koss in Eger (D. R. P. Nr. 167 078), der durch die Abbildungen 492 bis 495 veranschaulicht wird, benutzt eine Turbine, die sich aber von der Müllerschen dadurch unterscheidet, dass bei ihr die Schaufeln des Leitrades zugleich die zur Beseitigung der Ablagerungen dienenden Messer oder Schaber sind. Der Rohrreiniger ist wie die vorigen zum Reinigen langer Rohrleitungen bestimmt und soll, wie der Nowotnysche Apparat, durch ein Druckmittel, nämlich Wasser, Pressluft oder Dampf, in der zu reinigenden Rohrleitung vorwärts getrieben werden.

Der Apparat besteht aus einem zweiteiligen Schneidekörper, der auf einem Bolzen drehbar gelagert ist. Dieser Bolzen trägt an der Rückseite des Schneidkörpers ein mit ihm fest verbundenes Leitrad und ist außerdem mit einer Öse versehen, mittels welcher der Rohrreiniger beim Gebrauche angeseilt wird. Der eine der beiden Teile, aus denen der Schneidkörper besteht, ist auf eine am anderen Teile befindliche Hülse geschoben. Beide Teile sind mit geraden, zur Achse des Schneidkörpers aber schräggestellten Längsnuten, die zur Aufnahme von Messern, unter Umständen auch wohl von Bürsten (Flächen mit Bürstenbesatz) dienen. Die Messer besitzen, wie Abb. 493 zeigt, abgebogene Lappen, die beim Einsetzen in die erwähnten Nuten zwischen die beiden Schneidkopfteile kommen und eine Verschiebung oder eine Lockerung der Messer verhüten. Nach Einbringung der letzteren werden die beiden Teile des Schneidkörpers mittels einer versenkten Mutter zusammengeschraubt, wodurch die Lappen der Messer festgeklemmt werden. Der so fertig gemachte Schneidekopf wird sodann auf den Bolzen geschoben und durch eine Mutter gesichert. Eine Auswechselung der Messer ist sonach sehr leicht zu bewirken. In das auf der Rückseite des Schneidkörpers befestigte Leitrad sind außen schräge Kanäle eingeschnitten, die unter rechtem Winkel auf die Radschaufeln oder Messer am Schneidkörper treffen und so mit diesen eine Turbine bilden. Die Abb. 492 zeigt den Rohrreiniger teils im Schnitte, teils in Ansicht.

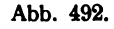
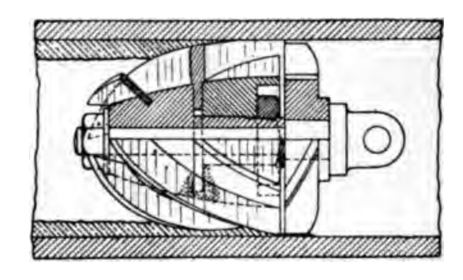


Abb. 492.



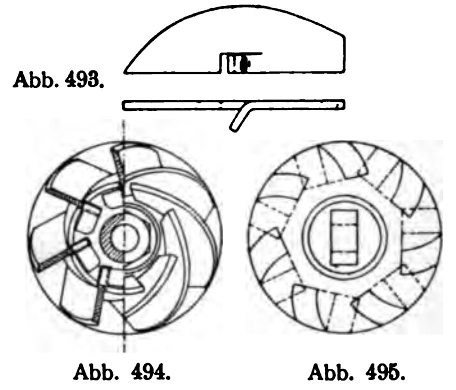


Abb. 493.

Abb. 494. Abb. 495.

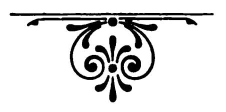
Bei der Benutzung wird der Rohrreiniger durch die Einwirkung des Druckmittels auf die Rückseite des Leitrades und auf die Seiten der Messer am

Schneidkopfe nach vorn geschoben und in Tätigkeit versetzt. Während sich dabei der Schneidkörper dreht, wird das Leitrad, teils durch Reibung von der Ablagerung im Rohre, teils durch die Seilführung, mittels welcher die Vorwärtsbewegung des Rohrreinigers geregelt werden kann, an der Drehung verhindert.

Die durch die Messer des Schneidekörpers von der Rohrwandung abgelösten Unreinigkeiten werden während der Arbeit durch das Druckmittel nach vorn geblasen oder geschwemmt und können durch geöffnete Ausputzdeckel oder Hydranten usw. aus dem Innern der Rohrleitung entfernt werden.

Abb. 494 zeigt den Schneidkörper, und zwar in der linken Hälfte im Querschnitte, in der rechten aber in der Ansicht. Abb. 495 dagegen gibt die hintere Ansicht des Leitrades.

Es ist da, wo ein stärkeres Absetzen des Wassers und die Bildung von harten Krusten zu erwarten steht, immer zu empfehlen, solche Rohrreiniger, wie sie im Vorstehenden beschrieben wurden, anzuschaffen und bereit zu halten, sowie von Zeit zu Zeit zu benutzen; das bloße Ausspülen der Wasserleitungen zum Zwecke der Reinigung nützt in den meisten Fällen gar nichts.



Sachverzeichnis.

Druck von Reineck & Klein, Weimar.





